台灣農業研究

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

Vol.68 No.2 2019

Research Articles

91 Taxonomic Description of Idolothripinae (Thysanoptera: Tubulifera: Phlaeothripidae) of Taiwan: II. Tribe Pygothripini

Chin-Ling Wang, Yi-Ju Chen, and Feng-Chyi Lin

114 Patenting Status Quo and Portfolio Analysis- Using Gac Fruit Dietary Supplement as Example

Heng-Sheng Lin, Wei-Lun Ho, Ta-Chan Chiang, and Ying-Fang Chen

128 Methyl Salicylate Attracts Predators and Reduces Melon Thrips (*Thrips palmi* Karny) Population (Thysanoptera: Thripidae) in Cucumber Plants

Yaw-Jen Dong and Bei-Chen Hsiu

137 Effect of Explant Size, Sucrose and Activated Charcoal on *In Vitro* Plantlet Proliferation and Growth in Amaryllis

Uei-Chern Chen, Jhin-Yi Tsao, Tzu-Ying Wu, and Chi-Ni Hsia

148 Development of a New Japonica Rice Cultivar ‘Tainung 81’

Yong-Pei Wu, Dah-Jing Liao, Chih-Hao Chiu, and Szu-Yi Chou

165 Development of a New Powdery Mildew Resistant Hybrid of Melon (*Cucumis melo* L.), ‘Tainung No. 2’

Yu-Hua Wang, Keng-Peng Chang, Jin-Hsing Huang, and His-Chia Wu

177 Development of New Horneous Maize Hybrid ‘Tainung 7’

Guang-Jauh Shieh

Short Communication

189 Separation of Almond Moth [*Cadra cautella* (Walker)] Eggs and Residual Scales Using Cyclonic Separation

Bei-Chen Hsiu, Jih-Zu Yu, Yew-Jen Dong, Feng-Chyi Lin, and Ming-Yao Chiang

ISSN 0022-4847

9 770022 484003

Published by Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture

台灣農業研究 JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH Vol.68 No.2 2019

ISSN 0022-4847
DOI:10.6156/JTAR

台灣農業研究

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

Vol.68 No.2 2019

研究報告

91 台灣寬薊馬亞科 (纓翅目：管尾亞目：管尾薊馬科) 之分類描述：II. 單毛薊馬族

王清玲、陳怡如、林鳳琪

114 專利分析以及發展策略：木鱉果保健食品為例

林恒生、何緯倫、蔣大展、陳盈方

128 水楊酸甲酯吸引捕食性天敵降低小黃瓜上南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 數量

董耀仁、許北辰

137 培植體大小、蔗糖及活性炭對孤挺花組培苗增殖與生長之影響

陳威臣、曹進義、吳姿穎、夏奇鈮

148 稉稻新品種「台農81號」之育成

吳永培、廖大經、邱志浩、周思儀

165 甜瓜抗白粉病新品種「台農2號」之育成

王毓華、張庚鵬、黃晉興、吳錫家

177 硬質玉米新品種「台農7號」之育成

謝光照

研究簡報

189 應用旋風分離法分離粉斑螟蛾 [*Cadra cautella* (Walker)] 卵粒與沾附鱗粉

許北辰、余志儒、董耀仁、林鳳琪、江明耀

行政院農業委員會農業試驗所出版

《台灣農業研究》編審會

總編輯

楊純明／農業試驗所作物組

領域主編 (按筆劃序)

王強生／國立中興大學農藝學系
王淑珍／國立台灣大學農藝學系
古新梅／國立中興大學農藝學系
安寶貞／農業試驗所植物病理組
吳文哲／國立台灣大學昆蟲學系
呂秀英／苗栗區農業改良場
杜宜殷／國立台灣大學園藝暨景觀學系
沈偉強／國立台灣大學植物病理與微生物學系
林彥蓉／國立台灣大學農藝學系
林慧玲／國立中興大學園藝學系
侯豐男／國立中興大學昆蟲學系
柯俊成／國立台灣大學昆蟲學系
高景輝／國立台灣大學農藝學系
張永和／靜宜大學食品營養系
張瑞璋／農業藥物毒物試驗所
莊愷瑋／國立嘉義大學農藝學系
郭寶錚／國立中興大學農藝學系
陳世銘／國立台灣大學生物產業機電工程學系
陳右人／國立台灣大學園藝暨景觀學系
陳宗禮／國立中興大學農藝學系
陳郁蕙／國立台灣大學農業經濟學系
陳健忠／農業試驗所應用動物組
陳琦玲／農業試驗所農業化學組
曾夢蛟／國立中興大學園藝學系
黃振文／國立中興大學植物病理學系
黃裕銘／國立中興大學土壤環境科學系
黃肇家／農業試驗所作物組
黃鵬林／國立台灣大學園藝暨景觀學系
楊正澤／國立中興大學昆蟲學系
路光暉／國立中興大學昆蟲學系
鄒裕民／國立中興大學土壤環境科學系
劉力瑜／國立台灣大學農藝學系
蔡致榮／農業試驗所
鍾文鑫／國立中興大學植物病理學系
簡立賢／國立中興大學應用經濟學系
顏國欽／國立中興大學食品暨應用生物科技學系

編輯助理

王立蓉／農業試驗所《台灣農業研究》期刊編輯室
王紫瑜／農業試驗所《台灣農業研究》期刊編輯室

編輯顧問

陳烈夫／農業試驗所技術服務組
吳宜晏／農業試驗所技術服務組

台灣農業研究

第六十八卷　第二期　　中華民國一〇八年六月三十日

出版者　行政院農業委員會農業試驗所
發行人　林學詩
總編輯　楊純明
地址　41362 台中市霧峰區萬豐里中正路 189 號
網址　http://www.tari.gov.tw
電話　(04)2331-7236
E-mail　jtar@tari.gov.tw
線上投審稿系統　http://www.ipress.tw/J0042

編印　Ainosco Press
地址　23452 新北市永和區成功路一段 80 號 18 樓
電話　(02)2926-6006
E-mail　press@airiti.com

定價　新台幣一七五元
展售門市　1. 國家書店／ 10485 台北市松江路 209 號 1 樓 / 電話 : (02) 2518-0207
國家網路書店 http://www.govbooks.com.tw
2. 五南文化廣場／ 40042 台中市中山路 6 號 / 電話 : (04) 2226-0330

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 68(2):91–113 (2019)
DOI:10.6156/JTAR.201906_68(2).0001

Research Article

Taxonomic Description of Idolothripinae (Thysanoptera: Tubulifera: Phlaeothripidae) of Taiwan: II. Tribe Pygothripini

Chin-Ling Wang[1], Yi-Ju Chen[2], and Feng-Chyi Lin[3,*]

Abstract

Wang, C. L., Y. J. Chen, and F. C. Lin. 2019. Taxonomic description of Idolothripinae (Thysanoptera: Tubulifera: Phlaeothripidae) of Taiwan: II. Tribe Pygothripini. J. Taiwan Agric. Res. 68(2):91–113.

This paper reviews 7 genera and 17 species of thrips in tribe Pygothripini of subfamily Idolothripinae in Taiwan. Identification keys are provided, and major characteristics are described and illustrated. There are 2 new species, *Ethirothrips rubeus* Wang and *Ethirothrips yangi* Wang. *Ethirothrips stenomelas* (Walker) was recorded for the first time in Taiwan. *Allothrips taiwanus* Okajima and *Scotothrips chui* Chen are new synonyms of *Allothrips nubillicauda discolor* Chen and *Ethirothrips tibialis* Okajima, respectively.

Key words: Taxonomy, Thysanoptera, Phlaeothripidae, Idolothripinae, Taiwan.

INTRODUCTION

The insects belonging to order Thysanoptera are divided into two suborders, Terebrantia and Tubulifera. The only family under suborder Tubulifera is Phlaeothripidae, and two subfamilies are recognized, Idolothripinae and Phlaeothripinae.

The spore-feeding Idolothripinae are devided into two tribes, Idolothripini and Pygothripini. Five genera and 11 species in tribe Idolothripini found in Taiwan were reviewed previously (Wang *et al*. 2018). Here Taiwanese species of tribe Pygothripini were described in this paper.

Karny (1913b) first described a new Idolothripinae species, *Rhaebothrips lativentris* (= *Nesothrips lativentris*). Moulton (1928) added 3 new species, *Machatothrips artocarpi*, *M. celosia* and *Smerinthothrips yuasari* (= *Nesothrips lativentris*). Chen (1980, 1982) made a survey in Taiwan and recognized 10 genera and 15 species which including 2 new species, *Scotothrips chui* and *S. virgulae*, and one new subspecies, *Allothrips nubillicauda discolor*. In the same paper, Chen also listed 3 new records, *Megathrips* (= *Bactrothrips*) *honoris* Bagnall, *Dichaetothrips indicus* (Bagnall), and *Scotothrips claripennis* (Moulton). Some of these specimens are re-identified and their taxonomic positions are altered in this paper. Okajima (1979) published a new species, *Gas-*

Received: May 25, 2018; Accepted: December 7, 2018.
* Corresponding author, e-mail: fclin@tari.gov.tw
1 Former Research Fellow and Division Director, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan, ROC.
2 Assistant Research Fellow, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan, ROC.
3 Associate Research Fellow, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Taichung, Taiwan, ROC.

trothrips fuscatus from Taiwan. In 2006, he published 4 new *Acallurothrips* from Japan and Taiwan.

MATERIALS AND METHODS

Specimens studied were from four different sources: thrips collected by the authors from year 1993 to 2006 and deposited at Taiwan Agricultural Research Institute (TARI); slides deposited at TARI by R. Takahashi; slides deposited at TARI by L. S. Chen; slides loaned from Tokyo University of Agriculture, Japan.

Identification keys and characteristic descriptions were made by examination and comparison of these slides.

RESULTS AND DISCUSSION

Key to tribes of subfamily Idolothripinae

1 Metasternum without sternopleural sutures; pelta without campaniform sensilla; wing-retaining setae 2 pairs or more (except Hystricothripina with only one pair); tube with or without long setae ...... Idolothripini
– Metasternum with or without sternopleural sutures; pelta with or without campaniform sensilla; one pair of wing-retaining setae; tube without long setae .... Pygothripini

Key to genera of tribe Pygothripini in Taiwan

1 Maxillary stylets close together medially in head 2
– Maxillary stylets wide apart or V-shaped in head 3
2 Ventral side of eyes normal; antennal segment IV with 2 (rarely 3 or 4) sense cones .. .. *Phaulothrips*
– Ventral side of eyes longer than dorsal side; antennal segment IV with 3 sense cones .... subtribe Compsothripina (no records from Taiwan)
3 Antennal segments VII and VIII fused 4
– Antennal segments VII and VIII separated 5
4 Head with 3 pairs of expanded setae; tube short, not triangular .... *Allothrips*
– Head without expanded setae; tube triangular .... *Acallurothrips*
5 Female tarsal tooth present; femur enlarged, bearing several spurs .... *Machatothrips*
– Female tarsal tooth present or absent; femur without spurs 6
6 Head square; pelta triangular, reticles irregular .... *Gastrothrips*
– Head square or long; pelta hat-shaped, reticles dense and regular 7
7 Metathoracic sternopleural sutures absent; center of pelta covered with regular hexagonal reticles .... *Ethirothrips*
– Metathoracic sternopleural sutures present; center of pelta covered with transverse hexagonal reticles .... *Nesothrips*

Acallurothrips Bagnall (Fig. 1F)

Acallurothrips Bagnall, 1921:269. Type species: *Acallurothrips macrurus* Bagnall.

Female. Body size small to medium, macropterous; antennae 7 (or 8)-segmented, segments VII and VIII fused; segments III and IV with 2 and 4 sense cones, respectively (Fig. 1F); maxillary stylets wide apart, V-shaped; prosternal basantra present; metathoracic sternopleural suture present; forewings without duplicated cilia; tergites II–VII each with one pair of wing-retaining setae, short and straight; tube narrow toward apical end, shaped like a truncated cone, covered with numerous small tubercles.

Male. Apterous.

About 22 species were recorded in the world (ThripsWiki 2018).

Key to species of *Acallurothrips* in Taiwan

1 Metanotum with campaniform sensilla 2
– Metanotum without campaniform sensilla 3
2 Tube long; S2 setae on tergite IX smaller than S1 setae .... *casuarinae*
– Tube short, about same as its width; S2 setae on tergite IX stronger and longer than S1

setae .... *hagai*

3 S2 setae on tergite IX stronger and longer than S1 setae .... *hanatanii*

– S2 setae on tergite IX smaller than S1 setae .... *nonaki*

Acallurothrips casuarinae Okajima (Fig. 1G)

Acallurothrips casuarinae Okajima, 1993:87–89.

Female. Body length 1.6–2.0 mm on slide. Color dark brown, abdomen darker toward posterior segments, tube darkest; antennal segments I, II and basal half of III yellow, distal half of III and rest of segments brown to dark brown; forewings grayish brown; major setae yellow; femora yellow on distal end.

Head broad, width about 1.7 times its length; postocular setae sharp, slightly longer than eyes; maxillary stylets reaching posterior margin of eyes. Pronotum wider than long, major setae sharp; metanotum with a pair of campaniform sensilla; forewing without duplicated cilia; fore tarsal tooth present. Pelta triangular, posterior margin irregular (Fig. 1G); tube triangular, about same length of head, with numerous tubercles.

Male. Body smaller. Color similar to female; fore tarsal tooth present; S2 setae on tergite IX small; tube triangular, about same length as its width, and as long as head.

Distribution. Taiwan, Japan.

Specimens examined. 1F, Okinawa (Japan), dead leaves and branches, 4.ix.1989 (Okajima); 1M, Okajima (Japan), dead branches, 11.i.1991 (Okajima).

Acallurothrips hagai Okajima (Figs. 1A–1F)

Acallurothrips hagai Okajima, 1993:90–91

Female. Body length 1.7–2.0 mm on slide. Color dark brown, abdomen darker toward posterior segments, tube black; antennal segments I and II yellowish brown, basal half of III yellow and distal half brown, IV and V brown with yellow bases, rest segments brown; forewings greyish brown; major setae brown; femora grayish on distal end, tarsi yellow.

Head nearly quadrate, length about 1.2 times width (Fig. 1A); postocular setae sharp, slightly longer than eyes; maxillary stylets reaching posterior margin of eyes; antennal 8-segmented, segments VII and VIII fused (Fig. 1F). Pronotum wider than long, major setae sharp; metanotum with a pair of campaniform sensilla; fore leg with tarsal tooth. Pelta triangular, posterior margin irregular (Fig. 1C); S2 setae on tergite IX long and stout (Fig. 1D); tube width about same as its length, as long as head, laterally almost rounded, surface with numerous tubercles (Fig. 1E).

Male. Body smaller. Color similar to female; fore leg with tarsal tooth, femur usually larger than that of female (Fig. 1B).

Distribution. Taiwan, Japan.

Specimens examined. Paratypes: 1F1M, Hyogo (Japan), dead branches of ever-green tree, 6.i.1984 (Okajima); 1F, Chinjing Farm (Nantou), dead wood, 5.vi.1996.

Acallurothrips hanatanii Okajima (Fig. 1H)

Acallurothrips hanatanii Okajima, 1993:92–94.

Female. Body length 1.5–1.7 mm on slide. Color dark brown, abdomen darker toward posterior segments, tube yellowish, paler than segment IX; antennal segment I yellow, II brownish yellow, III brown with yellow base, rest of segments from brown to dark brown, darker toward apical segments; forewings grayish brown; main setae yellow; distal end of femora paler.

Head nearly quadrate, width about 1.3 times its length; postocular setae sharp, equal to or longer than length of eye; maxillary stylets reaching posterior margin of eyes. Pronotum wider than long, setae sharp; metanotum without campaniform sensilla; fore tarsal tooth present. Pelta with irregular margins (Fig. 1H); S2 setae stout and long, S1 setae about same length but slender; tube length about twice of its width, a little longer (L/W: 4.0/3.5) than head.

Male. Color similar to female, but smaller.

Distribution. Taiwan, Japan.

Specimens examined. Paratypes: 1F, Okinawa (Japan), dead leaves and branches, 4.ix.1989 (Okajima); 1M, Okinawa (Japan), dead leaves and branches, 28.iii.1990 (Okajima).

Acallurothrips nonakai Okajima (Fig. 1I)

Acallurothrips nonakai Okajima, 1993:96–98.

Female. Body length 1.9–2.1 mm on slide. Color dark brown, antennal segments I, II and basal half of III yellow, distal half of III and rest of segments brown to dark brown; forewings grayish brown; main setae yellow; distal end of femora yellow.

Head nearly quadrate, width about 1.2 times length; postocular setae sharp, equal to or longer than length of eye; maxillary stylets reaching posterior margin of eyes. Pronotum wider than long, setae sharp; metanotum without campaniform sensilla; fore tarsal tooth

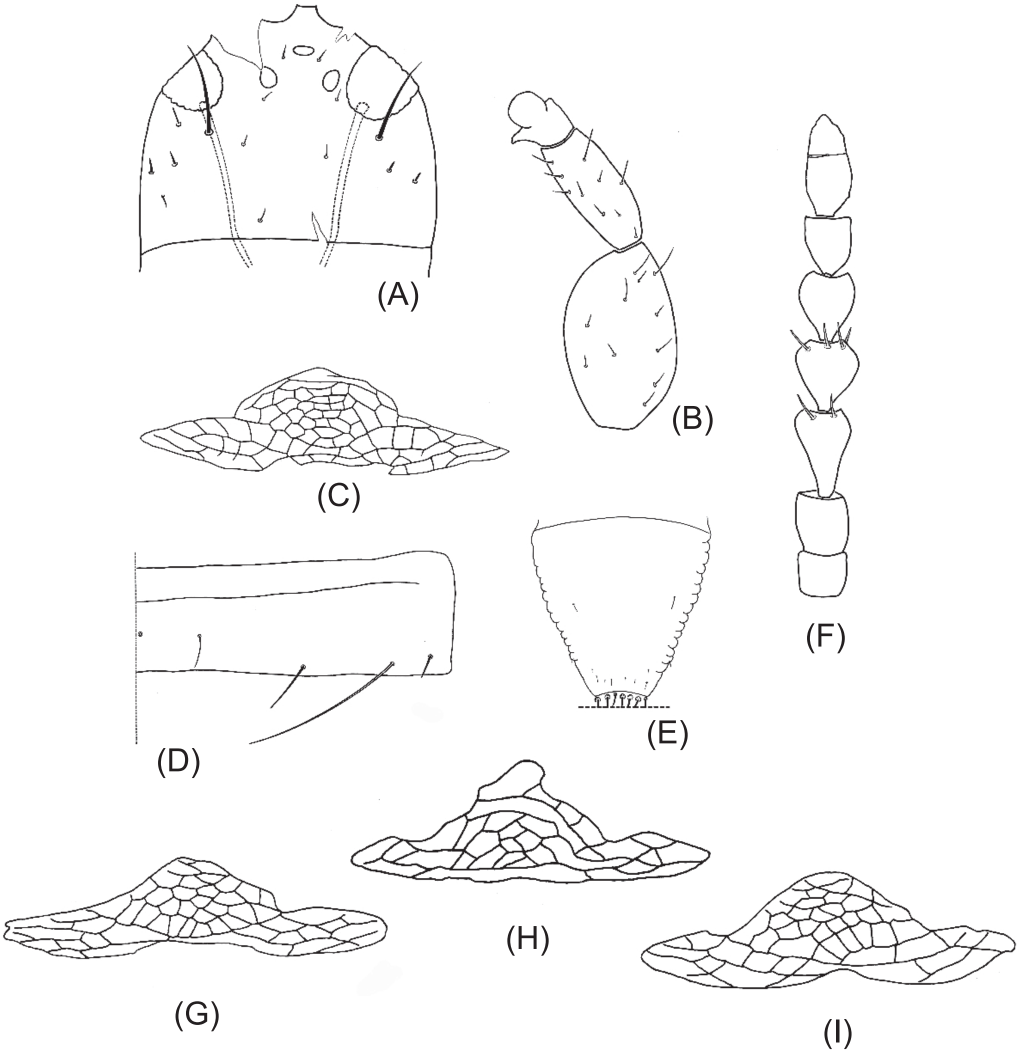

Fig. 1. *Acallurothrips* species: *hagai* Okajima (A–F): (A) head; (B) male fore leg; (C) pelta; (D) tergite III; (E) tube; (F) shape of antenna with sense cones on segments III and IV; pelta (G–I) of (G) *casuarinae* Okajima; (H) *hanatanii* Okajima; and (I) *nonakai* Okajima.

present. Pelta triangular, posterior margin irregular (Fig. 1I); S1 setae longer than S2; tube length about twice its width, longer than head (L/W: 10/7).

Male. Color similar to female, but smaller.

Distribution. Taiwan, Japan.

Specimens examined. Paratypes: 1F, Okinawa (Japan), dead leaves and branches, 28.iii.1990; 1M, Okinawa (Japan), dead branches, 11.i.1991 (Okajima).

Allothrips Hood (Figs. 2B and 2D)

Allothrips Hood, 1908:372–373. Type species: *Allothrips megacephalus* Hood.

Female. Small, wings usually retarded. Head length equal to its width or a little longer, dorsum of head bearing 3 pairs of stout setae, apex expanded; eyes composed of several separated ommatidia; antennae 7-segmented, segments short and rounded, segments II and III about same length, III and IV each with 2 sense cones (Fig. 2D); maxillary stylets wide apart, extended deeply to reach eyes. Prosternal basantra present; metathoracic sternopleural sutures present; fore tarsal tooth usually absent in female (Fig. 2B right). Pelta triangular; tube shorter than head.

Male. Color similar to female but smaller, fore tarsal tooth present (Fig. 2B left).

About 24 species were recorded in the world (ThripsWiki 2018).

Allothrips nubillicauda discolor Chen (Fig. 2)

Allothrips nubillicauda discolor Chen, 1982:54–56.

Allothrips taiwanus Okajima, 1987:150–152. syn. n.

Female (aptera). Body length 1.7 mm on slide. Bicolored: head, pterothorax, tergites IX and X, legs yellow; prothorax and abdominal segments II–VIII yellowish brown; antennal segments I brown, II and III yellow, IV grayish brown, V–VII brown.

Head longer than broad, length about 1.2 times its width (Fig. 2A), dorsum of head with reticulation, remarkable near neck; postocular setae, ocellar setae and cheek setae blunt; eyes composed of 5–6 ommatidia, ocellus lacking; maxillary stylets deep to posterior ommatidia; antennae 7-segmented, segments short and rounded (Fig. 2D). Pronotal setae blunt; prosternal basantra weak; fore tarsal tooth absent (Fig. 2B right). Pelta with a pair of campaniform sensilla; anterior surface smooth, posterior half clearly sculptured with reticles (Fig. 2C); setae on tergites II–IX stout; tube as long as head.

Male (aptera). Smaller, color similar to female, fore tarsus with tooth (Fig. 2B left).

Distribution. Taiwan.

Specimen examined. Holotype F, *A. nubillicauda discolor* Chen, Kukan (Taichung), leaf litter, 6.ix.1980; holotype F, *A. taiwanus* Okajima, Nanshanchi (Nantou), 26.vii.1975. (photos supplied by M. Masumoto, Japan); 2F1M, Feng-gu (Wufeng, Taichung), 23.vii.1993; 1F, Kending (Pingtung), *Acacia* sp., 13.iv.1993.

Remarks. There is only a single specimen of *A. taiwanus* in Okajima's collection. No difference can be found between it and *A. nubillicauda discolor* by the original descriptions of Okajima (1987). Photos of the type specimen supplied by M. Masumoto were also examined.

Ethirothrips Karny (Figs. 3–8)

Liothrips (*Ethirothrips*) Karny, 1925:133. Type species: *Liothrips thomasseti* Bagnall.

Scotothrips Priesner, 1939:75; Mound & Palmer, 1983:55.

Uredothrips Ananthakrishnan, 1969:184–185; Mound & Palmer, 1983:54–55.

Female. Body sizes medium to large, wings present or reduced. Head longer than broad, cheeks straight, compound eyes rather small; anterior ocellus often situated in a vertical position; isolated ommatidia-like structure may present; maxillary stylets wide apart, deeply retracted into head capsule; antennae 8-segmented, segments III with 2 sense cones, segment IV with 4 or 5 sense cones. Pronotum

shorter than head, prosternal basantra present, ferca well developed; metathoracic sternopleural sutures absent; female fore tarsal tooth present or absent; forewing (when present) with duplicated cilia. Pelta hat-shaped, covered with reticulations, usually reticles regular on center portion; with one pair of campaniform sensilla; major abdominal tergites each with one pair of wing-retaining setae; tube straight-sided or vertex.

Male. Fore tarsal tooth present.

About 30–35 species were recorded in the world.

Key to species of *Ethirothrips* in Taiwan

1 Fore tibia with distal spur .... *tibialis*
– Fore tibia without distal spur 2
2 Tube slight-curved, not straight-sided .... *virgulae*
– Tube straight-sided 3
3 Antennae bicolored, segments III, IV and most of V yellow, other segments brown .... *yangi* sp. n.
– Antennal segments all brown, at most III yellow 4
4 Distance between posterior ocelli about or less than twice the diameter of ocellus .... *stenomelas*
– Distance between posterior ocelli larger than 3 times the diameter of ocellus .... *rubeus* sp. n.

Ethirothrips rubeus Wang, sp. n. (Figs. 3–4)

Female (macroptera or aptera). Body length

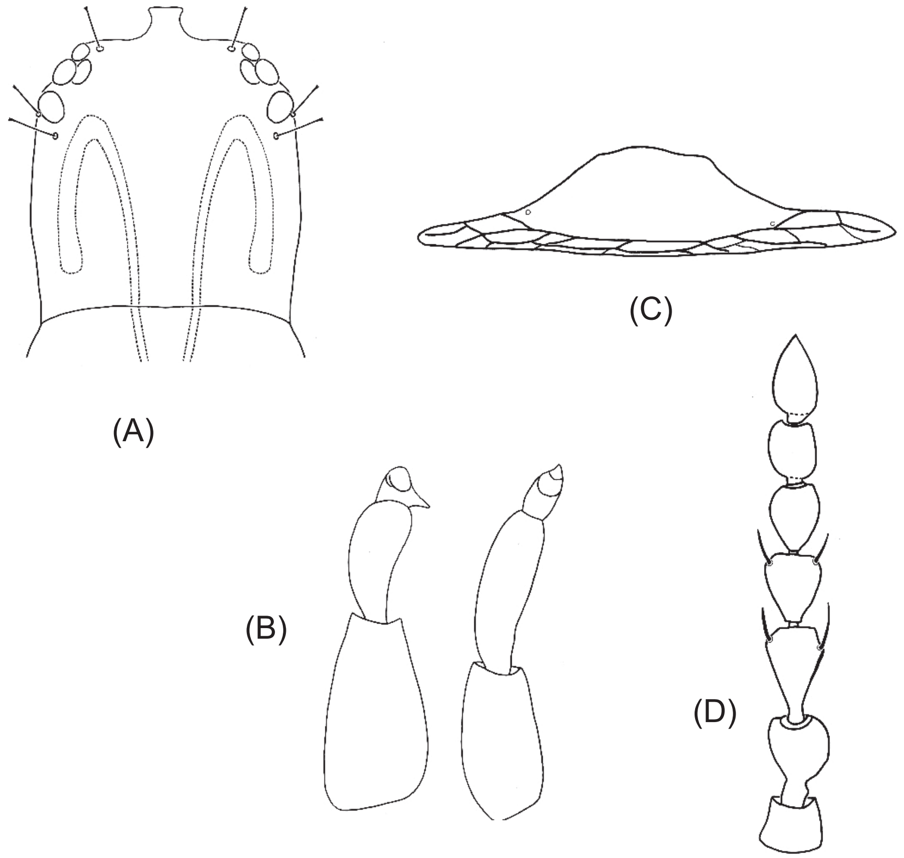

Fig. 2. *Allothrips nubillicauda discolor* Chen: (A) head; (B) fore legs of male (left) and female (right); (C) pelta; and (D) shape of antenna with sense cones on segments III and IV.

2.8–4.5 mm on slide. Color dark brown, with red pigment, tube blackish; antennal segments dark brown; fore tibiae and tarsi brown, fore femora and whole mid and hind legs dark brown; wings greyish brown if present.

Head slightly longer (L/W = 8/7) than wide, cheeks straight, with 3–5 pairs of short lateral setae; posterior ocelli wide apart; a pair of interocellar setae behind posterior ocelli; a pair of long postocular setae behind eyes; maxillary stylets retracted to postocular setae (Fig. 3A); antennae 8-segmented, segments III and IV each with 2 and 4 sense cones, respectively. (Fig. 3G).

Number of pronotal anteromarginal setae varied, usually 2 or 3 pairs, rarely 4 pairs; main setae sharp; basantra slender (Fig. 3B); mesonotum with 2 pairs of campaniform sensilla and one pair of small and faint pores; metanotum without campaniform sensilla; fore femora moderately enlarged; both male and female with fore tarsal tooth (Fig. 3D); forewing (if present) with 15–23 duplicated cilia.

Pelta with a pair of campaniform sensilla, anterior reticles near regular, posterior reticles transverse (Fig. 3C); tergite II laterally with

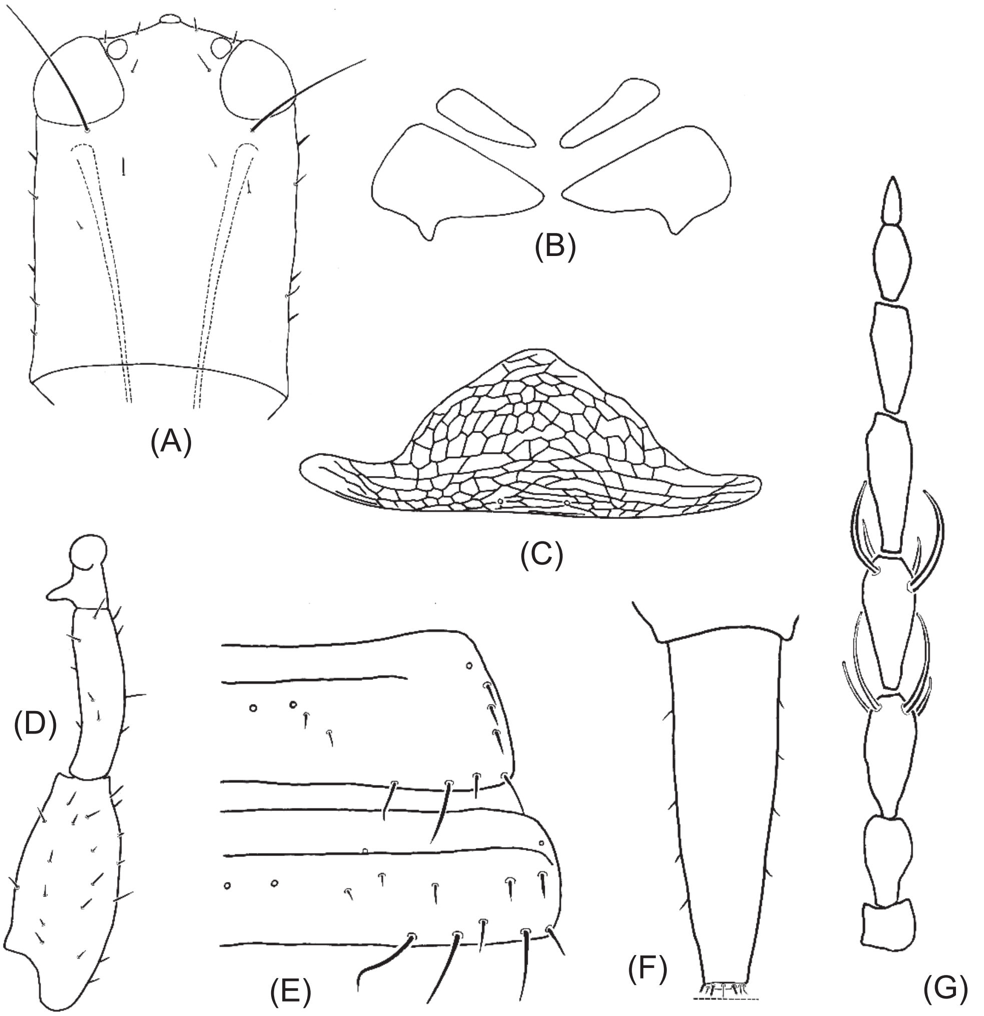

Fig. 3. *Ethirothrips rubeus* Wang, sp. n.: (A) head; (B) prosternal sclerites; (C) pelta; (D) fore leg; (E) tergites II and III; (F) tube; and (G) shape of antenna with sense cones on segments III and IV.

3 marginal setae; tergites II and III each with 1–2 tiny setae around each discal pore, tergites III–V with transverse row of 3–5 setae (Fig. 3E); tube straight-sided (Fig. 3F), about same length of head.

Measurements in µm (holotype). Body length (L) 3820, head [median L/largest Width (W)] 340/280, distance between posterior ocelli 80, postocular setae L 190; antennal segments I to VIII (L/W): 40/50, 40/60, 110/40, 130/40, 120/40, 100/30, 80/30, 40/20; pronotum (median L/W) 250/470; pelta (L/W) 110/320, forewing L 1420, tube (L/basal W) 420/140.

Male (macroptera or aptera). Body length 2.8–4.0 mm on slide. Color and shape similar to female; fore tarsal with tooth (Fig. 3D).

Measurements in µm (male macroptera no. 93263). Body L 2900, head (median L/largest W) 300/240; antennal segments I to VIII (L/W): 50/40, 60/30, 90/40, 100/40, 100/30, 80/30, 60/20, 40/10; pronotum (median L/W) 220/450, forewing L 1125; pelta (L/W) 120/320, tube (L/basal W) 300/100.

Distribution. Taiwan.

Specimens examined. Holotype macroptera; F, Kenting (Pingtung), dead wood, 14.iv.1993. Paratypes: macroptera: 3F, Fenggu (Wufeng), dead wood, 23.vii.1993; 2M, Kenting (Pingtung), dead wood, 13.iv.1993. Paratypes: aptera: 3F, Nanjen Mt. (Pingtung), dead wood and dried leaves, 15.iv.1993; 2F, Kenting (Pingtung), dead wood and grasses, 13.iv.1993; 2M, Nanjen Mt. (Pingtung), dead wood, 15.iv.1993.

Etymology. Latin, ruber = red; indicating the red pigment scattered on head, thorax and abdomen.

Remarks. This species is similar to *Ethirothrips boninensis* Okajima. These two species can be separated by the shape of the basantra, and the number of tergal setae. *Ethirothrips rubeus* has slender basantra; tergites II and III with 1–2 tiny setae around each discal pore; *Ethirothrips boninensis* with larger basantra (Fig. 4A), and tergites II and III with 6–7 tiny setae around each discal pore (Fig. 4B).

Ethirothrips stenomelas (Walker) new record (Fig. 5)

Phlaeothrips stenomelas Walker, 1859:224.
Ethirothrips stenomelas (Walker); Mound & Palmer, 1983:57.

Female (macroptera). Body length 3.5–5.0 mm on slides. Color dark brown; antennal segments dark brown; legs brown; forewings greyish brown.

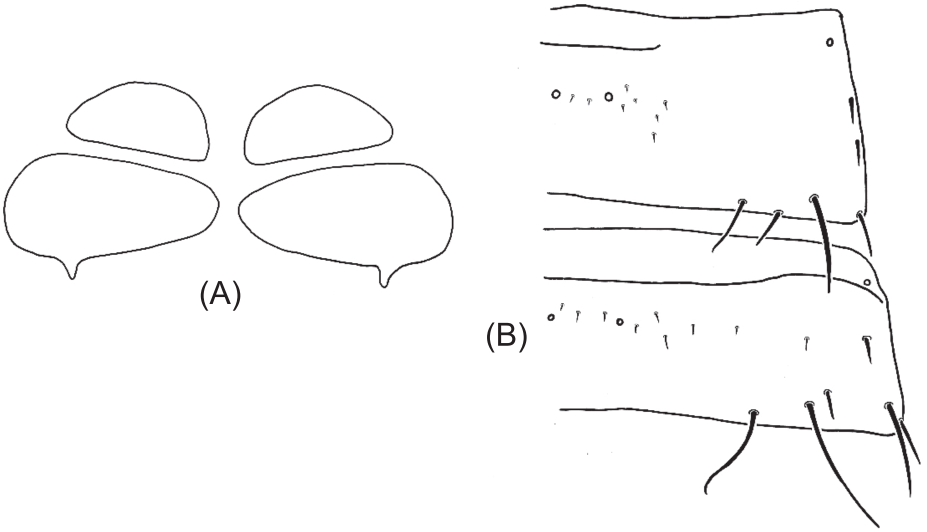

Fig. 4. *Ethirothrips boninensis* Okajima: (A) prosternal basantra and ferna; (B) tergites II and III.

Head length about twice its width, cheeks straight with 3–5 pairs of short setae; distance between posterior ocelli about or less than 2 diameters of ocellus; a pair of postocellar setae, a pair of long postocular setae and a pair of long dorsal setae; maxillary stylets retracted to postocular setae (Fig. 5A); antennae 8-segmented, segments III and IV with 2 and 5 sense cones, respectively.

Pronotal main setae pointed; mesonotum with 2 pairs of campaniform sensilla; metanotum without campaniform sensilla or small and faint pores; fore femur width less than half width of head; both male and female with fore tarsal tooth (Fig. 5C); forewing with approximately 30 duplicated cilia.

Pelta with a pair of campaniform sensilla, median portion with regular hexagonal reticles (Fig. 5B); tergite II laterally with a series of 6 strong setae, tergites III with a series of 4 stout

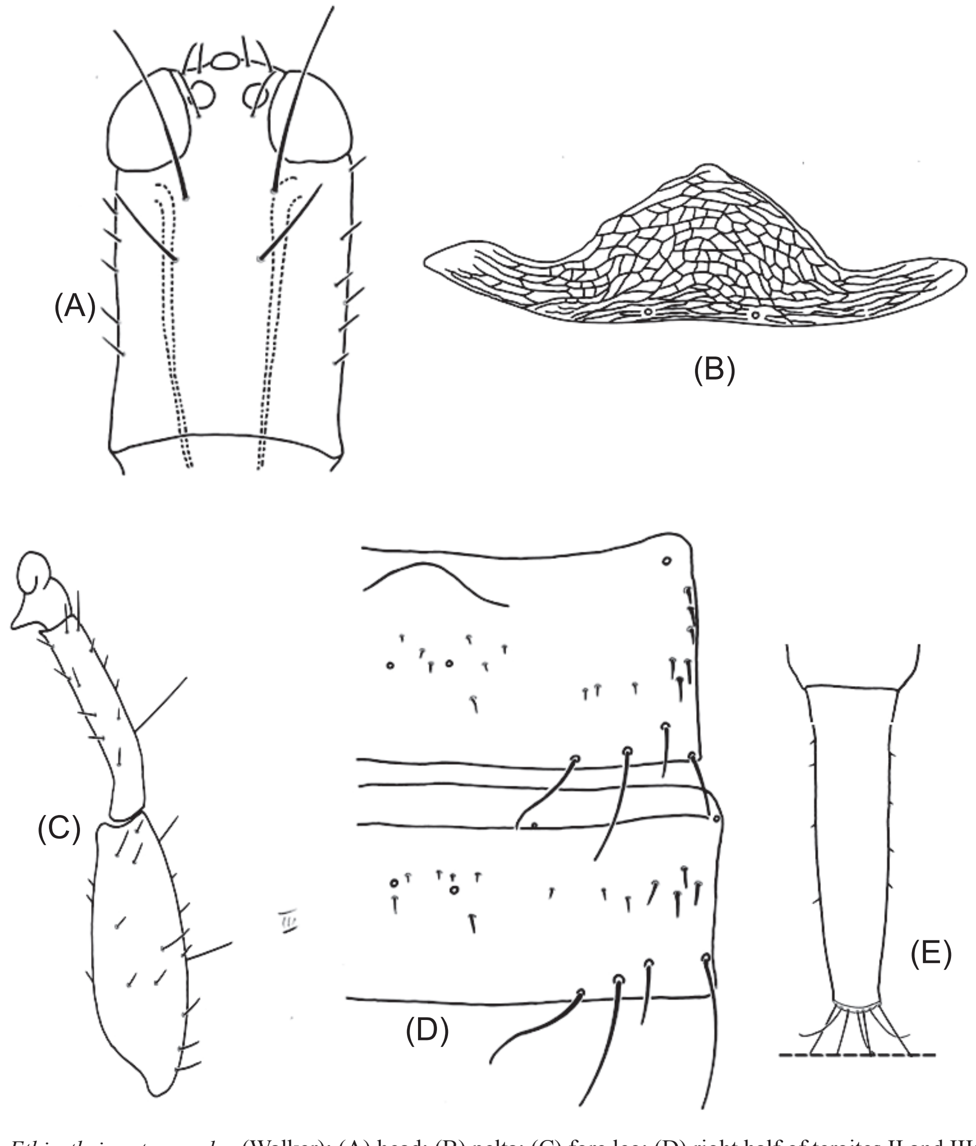

Fig. 5. *Ethirothrips stenomelas* (Walker): (A) head; (B) pelta; (C) fore leg; (D) right half of tergites II and III; and (E) tube.

setae (Fig. 5D); tube straight-sided, about same length of head (Fig. 5E).

Male (macroptera). body length 4.0–4.2 mm, color and shape similar to female; fore tarsus with tooth.

Distribution. Taiwan, Japan, India, Hawaii, Mexico, Panama, Jamaica, Trinidad, South Africa.

Specimens examined. 1F1M, Okinawa (Japan), dead branches, 11.i.1991; 2F2M, Fenggu (Wufeng, Taichung), dead wood, 23.vii.1993.

Ethirothrips tibialis (Okajima) (Fig. 6)

Uredothrips tibialis Okajima, 1975:16–19.

Ethirothrips tibialis (Okajima), Mound & Palmer, 1983:56.

Scotothrips chui Chen, 1982:64–65. **syn. n.**

Female (macroptera). Body length 2.8–3.2 mm on slide. Color dark brown, abdomen darker than head and thorax, abdominal segments V–X darker than anterior segments; antennal segments I–II, basal half of III yellow, rest of segments brown; all femora and tibiae brown, all tarsi yellowish brown; forewings light yellow.

Head square, length may a little longer than its width, cheeks with several pairs of strong setae; eyes small, one pair of long pos-

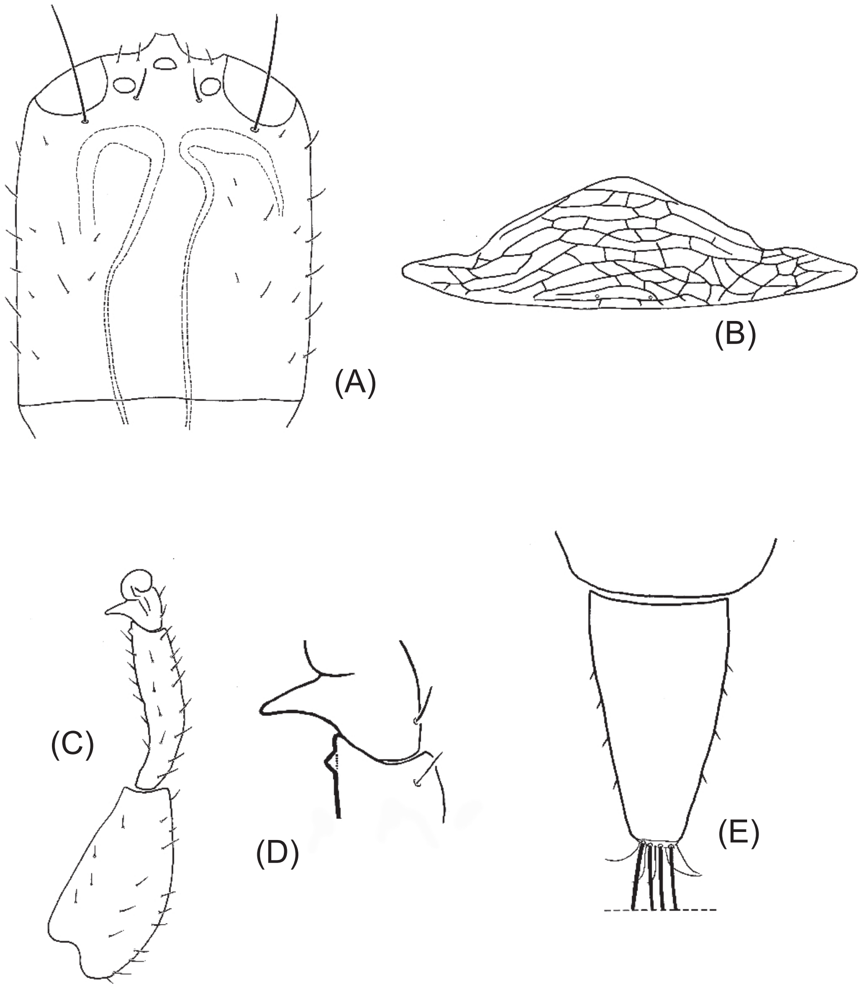

Fig. 6. *Ethirothrips tibialis* (Okajima): (A) head; (B) pelta; (C) fore leg; (D) tibial pur; and (E) tube.

tocular setae; maxillary stylets retracted almost to postocular setae, broad and curved at distal ends beneath eyes (Fig. 6A); antennae 8-segmented, segments III and IV with 2 and 4 sense cones, respectively. Pronotal major setae sharp; mesonotum with 2 pairs of campaniform sensilla; metanotal campaniform sensilla absent, with a pair of small and faint pores; fore femur enlarged; fore tibia with a tubercle at apex (Figs. 6C and 6D); both male and female with fore tarsal tooth; forewing with 15–17 duplicated cilia. Pelta with a pair of campaniform sensilla (Fig. 6B); tube curve-sided (Fig. 6E), about same length as head.

Male (aptera). Body length 2.5–2.8 mm on slide, color and shape similar to female; fore tarsal tooth present.

Distribution. Taiwan.

Specimens examined. *Scolothrips chui*: holotype F, Shenkeng (Taipei Hsien), *Callicarpa formosana* (fresh twig), collected 10.xi.1979; paratypes: 1M, same data as holotype: 4F1M, same data as holotype. *Ethirothrips tibialis*: 1F1M, Okinawa (Japan), dead branches, 8/9. iii.1990.

Remarks. Japanese specimens have longer head and tube than Taiwanese specimens, the other characteristics are similar.

Ethirothrips virgulae Chen (Fig. 7)

Scotothrips virgulae Chen, 1980:180–181.
Ethirothrips virgulae (Chen); Mound & Palmer, 1983:57.
Dichaetothrips indicus (Bagnall), recorded by Chen 1982:56
Scotothrips claripennis (Moulton), recorded by Chen 1982:65.

Female (macroptera). Body length 2.8–3.2 mm on slide. Color dark brown to brown, tube darkest; antennae brown, distal end of segment II yellow, color of segment III varied: brown or greyish yellow or yellow, rest segments brown; fore tibia, pelta and abdominal segments II–IV brownish yellow; fore tarsi yellowish brown; forewings greyish brown.

Head squared or a little longer, shapes of cheeks and eyes make anterior half of head semicircular; one pair of long postocular setae; maxillary stylets retracted to postocular setae (Fig. 7A); antennae 8-segmented, segments III and IV each with 2 and 4 sense cones, respectively. Pronotal major setae blunt to sharp; mesonotum with 2 pairs of campaniform sensilla and a pair of faint pores; metanotum without significant campaniform sensilla, but with a pair of small and faint pores (Fig. 7B); fore femora enlarged (Fig. 7D); both male and female with fore tarsal tooth; forewing with 14–22 duplicated cilia. Pelta with a pair of campaniform sensilla (Fig. 7C); tube curve-sided, about same length as or a little shorter than head (Fig. 7E).

Male (macroptera). Body length 4 mm on slide; color and shape similar to female; fore tarsal tooth present.

Distribution. Taiwan, Japan.

Specimens examined. 1. Holotype F, *Scotothrips virgulae*, Chisinliao (Chiayi Hsien), *Morus australis*, 14.vi.1978; paratypes: 1M, same data as holotype; 1F1M, same data as holotype. 1M, Chutyhu (Taipei City), *Mallotus repandus*, 14.vii.1979; 1F, Kukuan (Taichung Hsien), *Trema orientalis*, 6.ix.1980. 2. Specimens labeled as *Scotothrips claripennis* (Moulton): 2F2M, Neiku (Taipei City), *Citrus maxima* (twig), 12.v.1979; 5F, Hsichin (Taipei Hsien), *Prunus campanulata*, 18.v.1978; 1F, *Machilus thunbergii*, 12.v.1979. 3. One female specimen abled as *Dichaetothrips indicus* (Bagnall), Tapu (Chiayi Hsien), *Morus australis* (dead twig), 27.ix.1978.

Remarks. 1. Chen (1980) remarked that this species is very similar to *S. claripennis* and can be differentiated by the color of antennal segment III. The authors examined all the 6 Chen's *virgulae* specimens and found that color of antennal segment III is not stable. Unlike the other 5 specimens with brown antennal segment III, one paratype female has yellowish antennal segment III. Besides, all 10 specimens of *claripennis* had no metanotal campaniform sensilla. So the authors think that

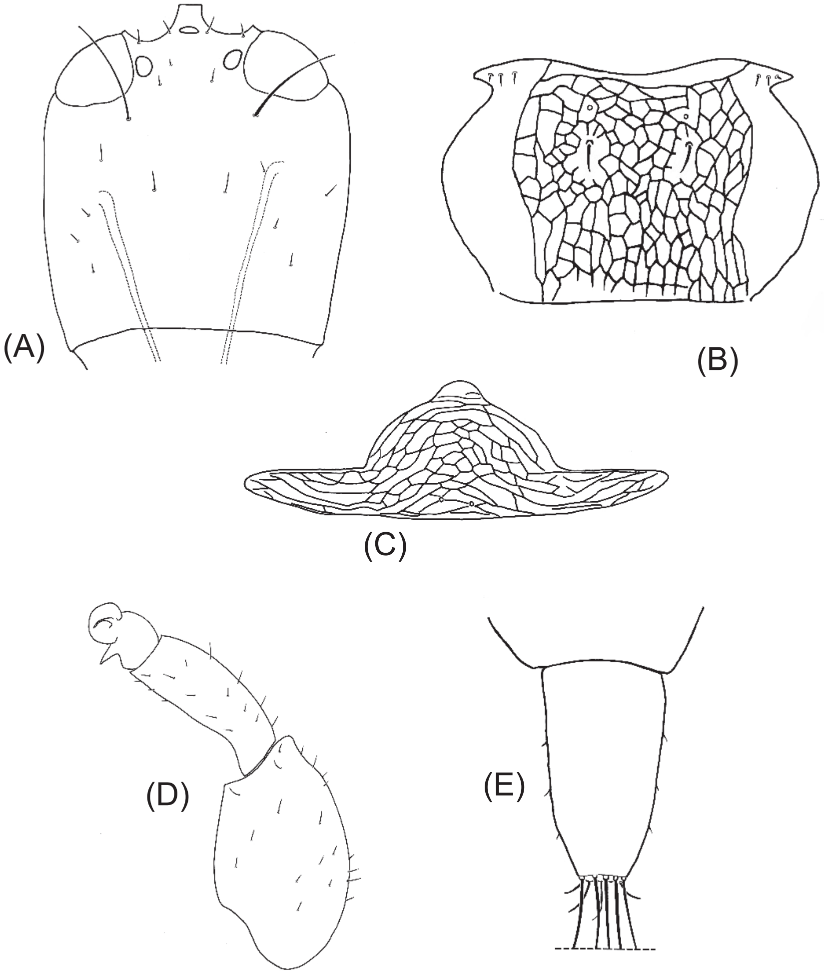

Fig. 7. *Ethirothrips virgulae* Chen: (A) head; (B) metanotum; (C) pelta; (D) fore leg; and (E) tube.

Chen's specimens labeled as *claripennis* are *virgulae*. 2. One female specimen labeled as *Dichaetothrips indicus* (Bagnall) was re-identified as *E. virgulae* Chen. 3. *Ethirothrips virgulae* can be separated from *E. brevis* by (1) *E. brevis* with longer head and tube; (2) fore femur enlarged in *virgulae*; while normal in *brevis*; (3) color of antennae and fore tibia. (*E. brevis* examined: 1F1M, Okinawa, Japan, dead branches, III-7-1990, Det. Okajima)

Ethirothrips yangi Wang sp. n. (Fig. 8)

Female (brachyptera). Body length 3.2 mm on slide. Color dark brown, with red pigment, tube blackish. Antennae bicolored: segments I and II dark brown, concolorous with head, segments III, IV and basal half of V yellow, distal half of V dark brown, VI–VIII blackish brown; all legs dark brown with tarsi lighter; wings greyish brown.

Head longer than wide; one pair of interocellar setae between posterior ocelli, one pair of long postocular setae on dorsum of head; maxillary stylets retracted near postocular setae (Fig. 8A); antennae 8-segmented, segments II–VIII slender, length of III and IV more than 3 times of its width (Fig. 8G).

Pronotal main setae near sharp; anterior margin of pronotum with 2 pairs of long setae and one pair of short setae; basantra with ir-

regular lateral margin (Fig. 8B); mesonotum with 2 pairs of campaniform sensilla; metanotum without campaniform sensilla; fore femur normal; fore tarsal tooth tiny (Fig. 8E); wing reduced to a short wing pad, grayish brown; about same length as head.

Pelta covered with reticles; holotype specimen with only single campaniform sensilla, and 2 short setae on opposite side (Fig. 8C); tergite II laterally with 3 marginal setae; tergites II and III with 4–6 tiny setae around each discal pore, tergites III with transverse row of

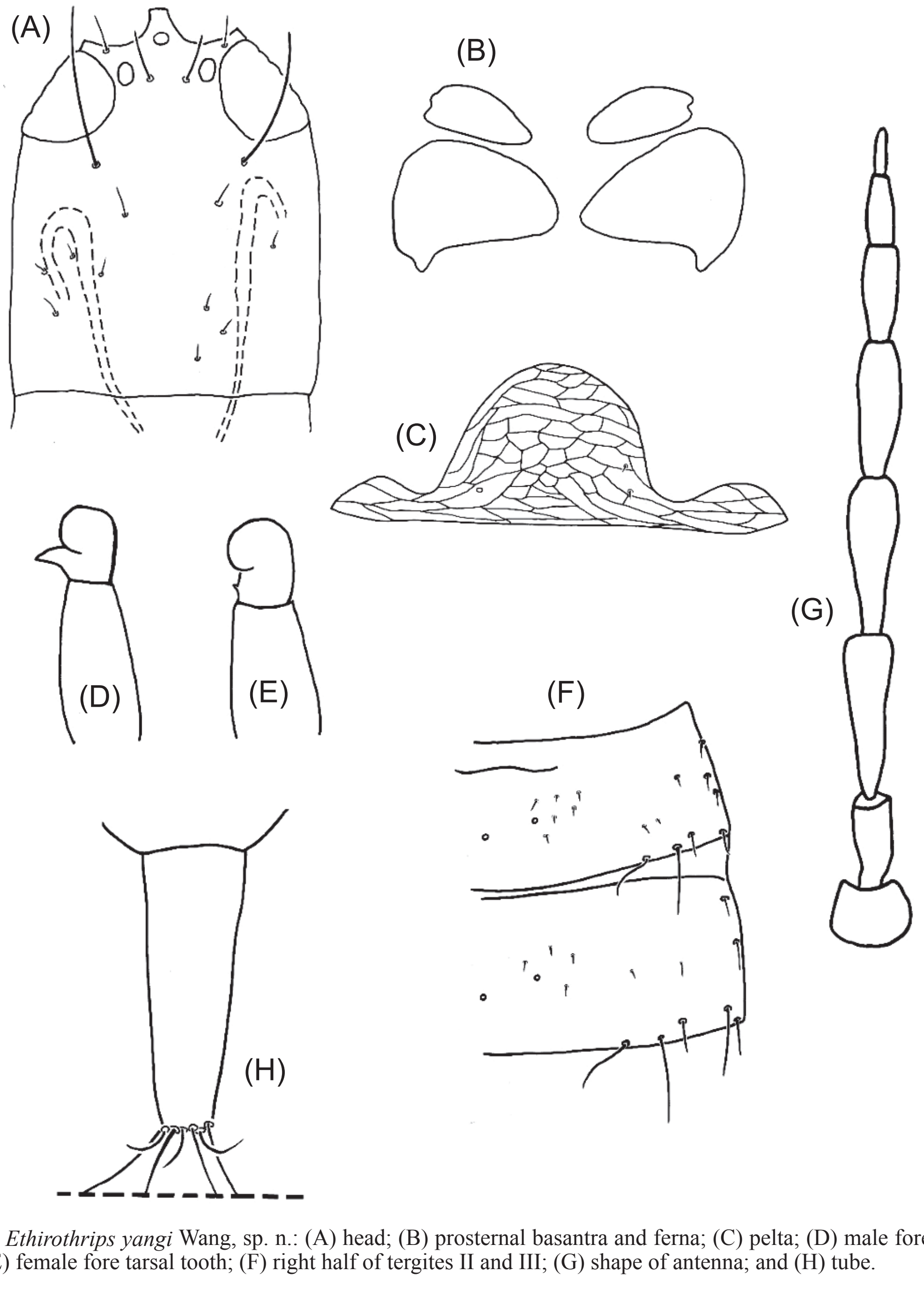

Fig. 8. *Ethirothrips yangi* Wang, sp. n.: (A) head; (B) prosternal basantra and ferna; (C) pelta; (D) male fore tarasal tooth; (E) female fore tarsal tooth; (F) right half of tergites II and III; (G) shape of antenna; and (H) tube.

3–5 setae (Fig. 8F); tube straight-sided, a little shorter than head (Fig. 8H).

Measurements in µm (holotype). Body length 3230, head (median L/largest W) 360/280, distance between posterior ocelli 50, postocular setae L 50; antennal segments I to VIII (L/W): 44/60, 60/36, 130/40, 120/40, 100/32, 80/28, 55/24, 40/10; pronotum (median L/W) 180/420; pelta (L/W) 120/400; forewing L 390, tube (L/basal W) 350/100.

Male (macroptera). Body length 3 mm on slide. Color and shape similar to female, forewings hyaline; fore tarsal tarsus with tooth (Fig. 8D); forewing normal, with 20 duplicated cilia.

Measurements in µm (male). Body length 2930, head (median L/largest W) 320/260; antennal segments I to VIII (L/W): 40/56, 60/24, 120/36, 112/36, 100/32, 76/20, 48/16, 40/8; pronotum (median L/W) 200/490, forewing L 1220; pelta (L/W)110/300, tube (L/basal W) 320/120.

Distribution. Taiwan.

Specimens examined. Holotype F, Green Island (Taitung), *Miscanthus* sp., 7.iv.2006; paratype 1M, same data as holotype.

Etymology. This species was named for Mr. Chin-Han Yang, who collected the specimens.

Remarks. The specimens were collected from offshore Island (Green Island = Lyudao). The shape and color of antennae make this species easily separated from most of the other members of this genus.

Gastrothrips Hood (Figs. 9H and 9I)

Gastrothrips Hood, 1912:156. Type species: *Gastrothrips ruficauda* Hood.

Small to medium, macropterous, brachypterous or apterous. Head square; maxillary stylets V-shaped; antennae 8-segmented (Figs. 9H and 9I), segment III with 1 or 2 sense cones, segment IV with 3 sense cones. Prosternal basantra present, metathoracic sternopleural sutures present. Pelta triangular, reticles irregular; abdominal tergites with one pair of wing-retaining setae. About 38 species were recorded in the world (ThripsWiki 2018).

Key to species of *Gastrothrips* in Taiwan

1 Antennal segment II brown; antennal segments VII and VIII separated .... *acutulus*
– Antennal segment II yellow; antennal segments VII and VIII fused .... *fuscatus*

Gastrothrips acutulus Okajima (Figs. 9A, 9B, and 9F–9H)

Gastrothrips acutulus Okajima, 1979:511–513.

Female (macroptera). Body length 1.8–2.2 mm on slide. Color dark brown; antennal segment III yellow but distal end grayish brown; legs brown; forewings grayish brown; main setae yellowish.

Head square, postocular setae long, sharp or slightly blunt; maxillary stylets V-shaped, distal ends wide apart, retracted to about half the length of head (Fig. 9A); antenna 8-segmented (Fig. 9H). Pronotal setae blunt or near sharp; fore tibia with tiny spur, fore tarsal tooth absent (Fig. 9G); forewing without duplicated cilia. Center of pelta rounded, with a pair of campaniform sensilla (Fig. 9B); tube straight-sided, as long as head.

Male. Body length 1.4–1.8 mm on slide, color similar to female, fore tibia with inner spur, fore tarsal tooth present (Fig. 9F).

Distribution. Taiwan, Japan, Malaysia, Thailand, Philippines, Borneo.

Specimens examined. 1F1M, Miyake-jima Is. (Isu Isis), 26.x.1985 (Okajima); 1F, Tienhsiang (Hwalang), Cauliflower, 21.ix.1993; 1F, Nanjen Mt. (Pingtung), Camphor tree, 14.iv.1993.

Gastrothrips fuscatus Okajima (Figs. 9C, 9D, 9E, and 9I)

Gastrothrips fuscatus Okajima, 1979:513–515.

Female (aptera). Body length 1.8–2.0 mm on slide. Color dark brown; abdominal segments I–V in lighter color than head and thorax; antennal segment II and III yellow, rest of

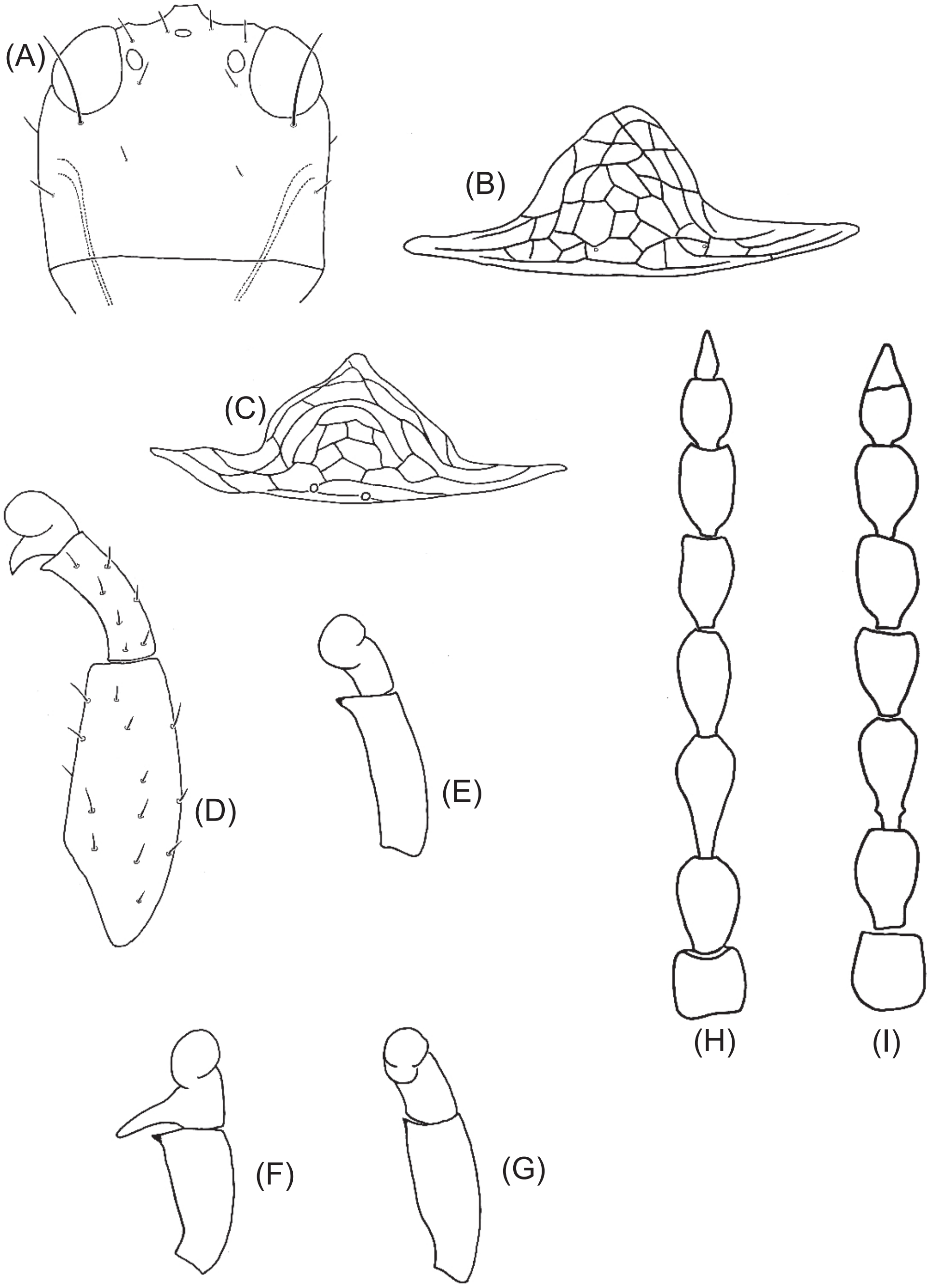

Fig. 9. *Gastrothrips* species: *acutulus* Okajima (A, B, F, G, H): (A) head; (B) pelta; (F) male fore tibia and tarsus; (G) female fore tibia and tarsus; (H) shape of antenna; *fuscatus* Okajima (C, D, E, I): (C) pelta; (D) male fore leg; (E) female fore tibia and tarsus; and (I) shape of antenna.

segments concolorous with head; fore tibiae brown, paler at distal end; mid and hind tibiae brownish yellow; forewings hyaline; main setae yellowish.

Head square, postocular setae long, sharp or slightly blunt; maxillary stylets V-shaped,

distal ends wide apart, retracted to about half the length of head; antennal segments VII and VIII fused (Fig. 9I). Pronotal setae blunt or near sharp; fore tibia with obvious distal spur; fore tarsal tooth absent (Fig. 9E); forewing without duplicated cilia. Pelta triangular, with a pair of campaniform sensilla, lateral lobes slender (Fig. 9C); tube straight-sided, as long as head.

Male (aptera). Color similar to female, both fore tarsal tooth and fore tibia spur present (Fig. 9D).

Distribution. Taiwan.

Specimens examined. 1F, Kuantzulin (Tainan), dead leaves and branches, 1.iv.1993 (Okajima); 1M, Nanshanchi (Nantou), dead branches, 24.iii.1984 (Okajima).

Machatothrips Bagnall (Fig. 10D)

Machatothrips Bagnall, 1908:189. Type species: *Machatothrips biuncinatus* Bagnall.

Female. Body large, macropterous, head long, interocellar setae long, cheeks with several stout setae; antennae 8-segmented, segments VII and VIII about same length, III and IV with 2 and 4 sense cones, respectively (Fig. 10D); maxillary stylets wide apart, reaching eyes; prosternal basantra present, metathoracic sternopleural sutures absent. Fore femur enlarged, female fore femur with a row of 3–6 teeth on inner side, basal tooth largest.

Male. Rarely with femoral teeth; both female and male with tarsal tooth; forewing with duplicated cilia. Fourteen species were recorded in the world (ThripsWiki 2018).

Key to species of *Machatothrips* in Taiwan

1 Female fore femur with 3–5 teeth .... *artocarpi*
– Female fore femur with 6 teeth .... *celosia*

Machatothrips artocarpi Moulton (Figs. 10A–10C)

Machatothrips artocarpi Moulton, 1928:322–325.

Female (macroptera). Body length 3.6 mm on slide. Color dark brown, legs lighter; distal end of antennal segment II and base of III yellow, rest segments dark brown, same color as head; forewings grayish brown, with lighter base; major setae yellow.

Head length about 1.5 times of width, cheeks with several strong and blunt setae; interocellar setae and postocular setae blunt; maxillary stylets retracted to postocular setae (Fig. 10A). Pronotal setae blunt; fore femur with 3–5 teeth (mostly 4) on inner distal side, basal tooth longest; fore tarsal tooth short and triangle-shaped (Fig. 10B); forewing with dense fringe, about 55 duplicated cilia. Laterals and center of pelta well connected (Fig. 10C); tube long and straight-sided, a little longer than head.

Male (macroptera). Body length 3.8 mm on slide. Color similar to female; fore femur without teeth, fore tarsal tooth large; forewing with approximately 40–60 duplicated cilia.

Distribution. Taiwan, Japan, Philippines, New Guinea, Solomon, Guan.

Specimens examined. 9F1M, Fenggu (Wufeng, Taichung), dead *Vernicia* sp., 23.vii.1993; 1F, Santimen (Pingtung), *Dimocarpus longan*, 21.iv.1992; 1M, Nanjen Mt. (Pingtung), dead wood, 22.xi.2001; 1M, Wufeng (Hsinchu), pine, 5.v.1994.

Machatothrips celosia Moulton

Machatothrips celosia Moulton, 1928:325–327.

Female (macroptera). Body length 4.5 mm on slide. Color dark brown; antennal segments dark brown; all legs dark brown with yellowish tarsi; forewings grayish brown, lighter at base; major setae yellow.

Head length about 1.6 times of width, head and eyes similar to *M. artocarpi*, but larger; interocellar setae, postocular setae and cheek setae blunt; postocular setae II about 0.5–0.7 times the length of postocular setae I. Pronotal setae blunt; fore femur bear 6 inner distal teeth, basal tooth longest; fore tarsal tooth short; forewing with dense fringe, about

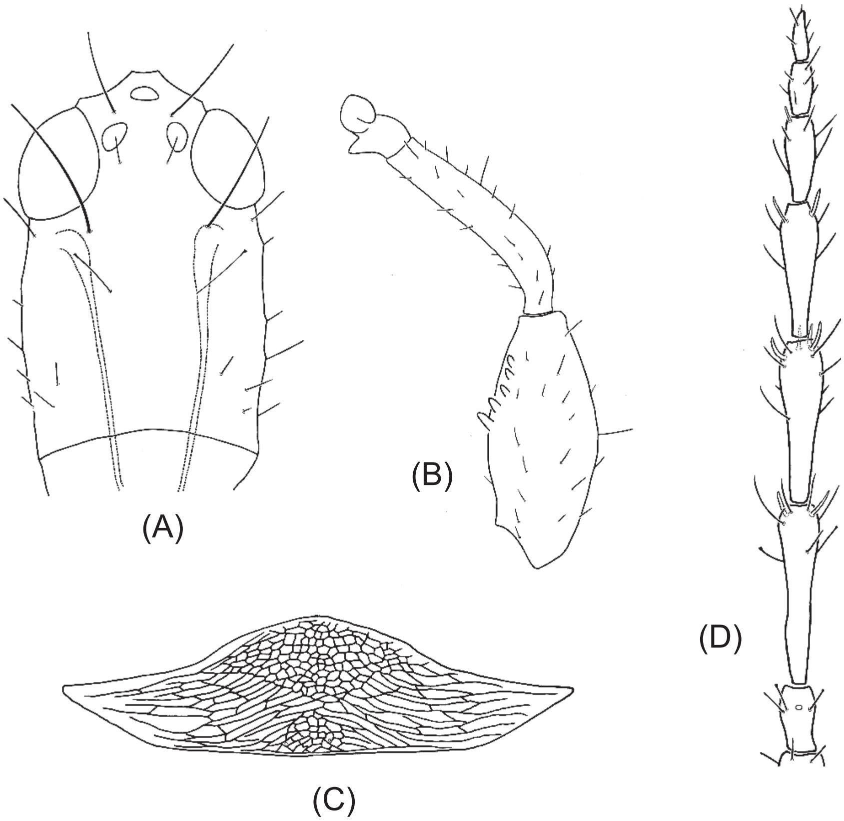

Fig. 10. *Machatothrips artocarpi* Moulton: (A) head; (B) fore leg; (C) pelta; and (D) antenna.

60 duplicated cilia.

Male. Unknown.

Distribution. Taiwan.

Remarks. These two similar species (*M. celosia* and *M. aetocarpi*) published by Moulton (1928) in the same paper. *M. celosia* has pronotal anterior setae longer than anteroangular setae, while *Machatothrips artocarpi* has anterior setae shorter than or equal to anteroangular setae (Palmer & Mound 1978; Chen 1982). For *celosia*, length of antennal segment III is 4.7 times of its width, while for *artocarpi* it is 3.5–4.4 times (Palmer & Mound 1978; Han 1997).

Nesothrips Kirkaldy (Figs. 11B and 11F)

Nesothrips Kirkaldy, 1907:102. Type species: *Nesothrips oahuensis* Kirkaldy.
Oedemothrips Bagnall, 1910:680; Bianchi, 1944:31–38.
Rhaebothrips Karny; Mound & Palmer, 1983:13.

Female. Body small to medium, macropterous, brachypterous or apterous. Head square or slightly longer; ventral side of eyes longer than dorsal side; maxillary stylets V-shaped; antennae 8-segmented, segments III and IV each with 2 and 4 sense cones, respectively (Figs. 11B and 11F). Prosternal basantra present, metasternopleural sutures present; forewing, if present, with duplicated cilia. Pelta hat-shaped, center with transverse hexagonal reticles; main tergites with one pair of wing-retaining setae.

Male. With fore tarsal tooth, absent with female.

About 30 species were recorded in the world (ThripsWiki 2018).

Key to species of *Nesothrips* in Taiwan

1 Head longer than its width; antennal segments I and II concolorous with head .... *lativentris*
– Head wider than its length; antennal segments I and II yellow .... *brevicollis*

Nesothrips brevicollis (Bagnall) (Figs. 11A–11D)

Oedemothrips (?) brevicollis Bagnall, 1914: 29–30.
Neosmerinthothrips formosensis Priesner, 1935:368–370. Mound & Palmer, 1983:48.
Neosmerinthothrips formosensis var. *karnyi* Priesner, 1935:370. Mound & Palmer, 1983:48.
Nesothrips brevicollis (Bagnall), Mound, 1974:162–163.

Female (aptera). Body length 2 mm on slide. Head brownish yellow, thorax and abdomen brown, median segments dark brown, tube darker than segment IX; antennal segments I and II in lighter color than head, segments I–V yellow, VI brown except distal end yellow, VII and VIII brown; all legs yellow.

Head width about 1.3 times its length, setae sharp, posterior ocelli wide apart; maxillary stylets V-shaped, reaching middle of head (Fig. 11A); antenna 8-segmentd (Fig. 11B). Pronotal setae sharp or blunt; fore tarsal tooth absent. Pelta hat-shaped, margin irregular, a pair of campaniform sensilla (Fig. 11C); tube length about 0.9 times head length.

Female (macroptera). Body length about 2.2 mm on slide. Color similar to brachypterous, forewings grayish brown; 7–9 duplicated cilia; wing-retaining setae on tergites II–VII short and straight; fore tarsal tooth absent.

Male (aptera). Body length 1.5–2 mm on slide, color similar to brachypterous female, fore tarsal tooth present (Fig. 11D).

Distribution. Taiwan, Japan.

Specimens examined (aptera). 4F, Nanjen Mt. (Pingtung), *Gelonium aequoreum*, 14.iv.199; 6F, Kending (Pingtung), reed, 14.iv.1993; 3F, Kending (Pingtung), *Pandanus tectorius*, 14.iv.1993; 2F, Bijun Temple (Nantou), *Manihot esculenta*, 5.v.1993; 2F, Nanjen Mt. (Pingtung), Fern, 22.xi.2001; 3F, Kending (Pingtung), trees and grasses, 13/15.v.1993; 1F, Manchou (Pingtung), grasses, 21.xi.2001; 1F, Fushan (Pingtung), *Calocedrus formosana*, 15.vi.1994. 2M, Kending (Pingtung), grasses, 14.iv.1993; 2M, Manchou (Pingtung), grasses, 21.xi.2001.

Specimens examined (macroptera). 5F, Nanjen Mt. (Pingtung), *Pandanus tectorius*, 14.iv.1993; 1F, Liuqiu (Pingtung), Leguminosae, 5.xii.1991.

Nesothrips lativentris (Karny) (Figs. 11E–11H)

Rhaebothrips lativentris Karny, 1913a:129–130.
Smerinthothrips yuasai (Moulton): Takahashi, 1936:443. Mound & Palmer, 1983:48.
Nesothrips lativentris (Karny); Mound & Palmer, 1983:48.

Female (aptera). Body length 2.5–3.6 mm on slide. Color brown, tube dark brown; antennal segments I and II brown, same color as head, segment III yellow but distal end greyish brown, IV distal half brown and basal half yellow, V brown with yellow base, VI and VIII dark brown; femora yellow, tibiae brownish yellow.

Head length about 1.3 times as its width, setae sharp; maxillary stylets V-shaped, reaching middle of head (Fig. 11E); antennae 8-segmented (Fig. 11F). Pronotal setae sharp or blunt; fore tarsal tooth absent. Pelta hat-shaped, margin irregular, with one pair of campaniform sensilla (Fig. 10G); tube straight-sided, as long as head.

Female (macroptera). Body length 2.5–3.6 mm on slide. Color and shape similar to apterous; forewing with 13–21 duplicated cilia; tergites II–VII each with a pair of sigmoid wing-retaining setae; fore tarsal tooth absent.

Male (macroptera, brachyptera or aptera). Body length 2.4–3.3 mm on slide, color and shape similar to female, fore tarsal tooth present (Fig. 11H).

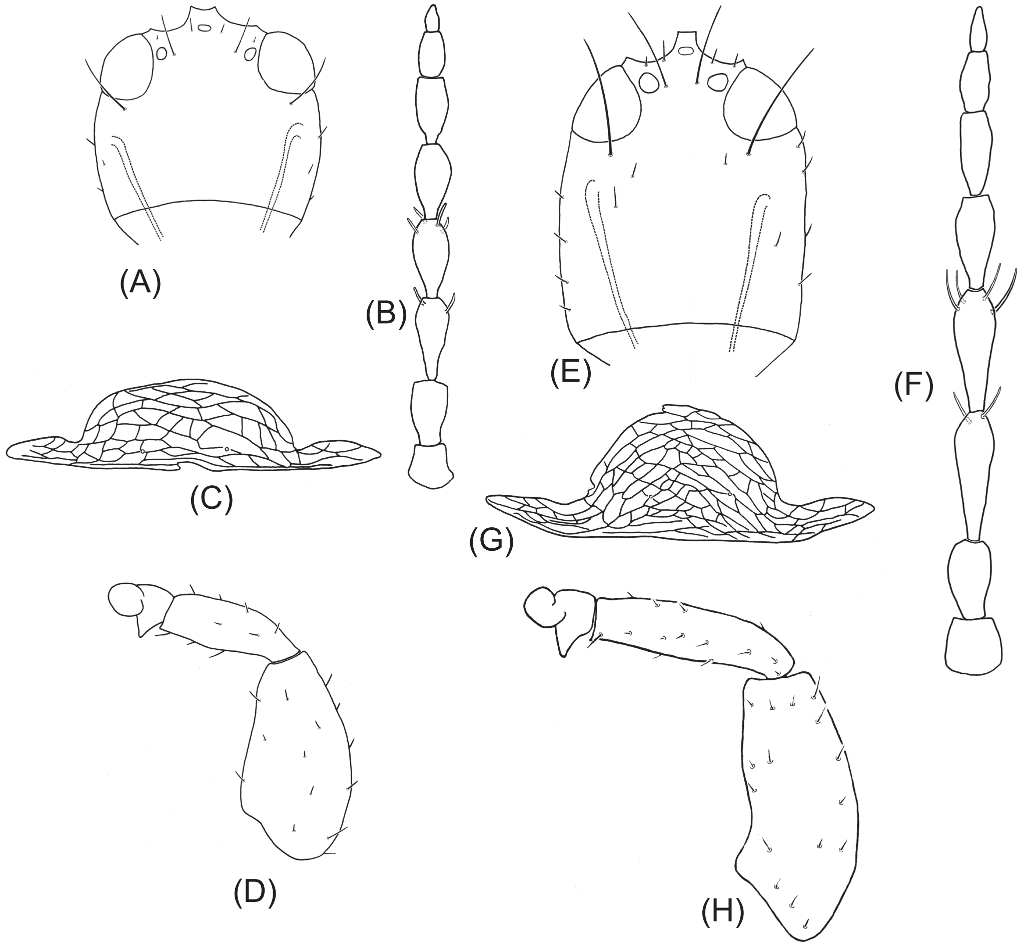

Fig. 11. *Nesothrips* species: *brevicollis* (Bagnall) (A–D): (A) head; (B) shape of antenna with sense cones on segment III and IV; (C) pelta; (D) male fore leg; *lativentris* (Karny) (E–H): (E) head; (F) shape of antenna with sense cones on segment III and IV; (G) pelta; and (H) male fore leg.

Distribution. Taiwan, Japan, Southeast Asia, Fiji, Seychelles.

Specimens examined. Female (macroptera). 9F, Wufeng (Hsinchu), dried leaves and mulberry dead branches, 5.v.1994; 5F, TARI (Taichung), Tea, 31.xii.1991; 4F, TARI (Taichung), mulberry and grasses, 16.iii.1991; 5F, Liuqiu (Pingtung), Leguminosae, 5.xii.1991; 7F, Puli (Nantou), dead branches of maple and longan, 24.v.1994; 4F, Kuantzuling (Tainan), *Areca catechu* & *Cycas revolute*, 1.iv.1993.

Female (aptera). 2F, Nanjen Mt. (Pingtung), *Stachytarpheta jamaicensis*, 4.iv.1993.

Male (macroptera). 2M, Nanjen Mt. (Pingtung), *Vitis amurensis* & *Murraya paniculata*, 14.iv.1993; 4M, Guanshan (Pingtung), grasses & *Macaranga tanarius*, 8/9.v.1991; 7M, Wufeng (Hsinchu), dried leaves and branches, 5.v.1994.

Male (brachyptera). 1M, Guanshan (Pingtung), grasses, 8.v.1991.

Male (aptera). 1M, Manchou (Pingtung), grasses, 21.xi.2001.

Phaulothrips Hood

Phaulothrips Hood, 1918:146–147. Type species: *Phaulothrips vuilleti* Hood.

Female. Body large, macropterous or brachypterous; head long, antennae 8-seg-

mented, segments III and IV each with 2 sense cones (Fig. 12E); maxillary stylets at least reaching postocular setae, close together in middle of head; prosternal basantra present, metathoracic sternopleural sutures present; both sexes with fore tarsal tooth; forewing if present, broad and with duplicated cilia; pelta with one or more pairs of campaniform sensilla. Twenty species were recorded in the world (ThripsWiki 2018).

Phaulothrips solifer Okajima (Fig. 12)

Phaulothrips solifer Okajima, 1989:132–134.

Female. Body length 4.5–5.5 mm. Color dark brown, head and tube darker; metathorax and basal segments of abdomen yellowish; antennae dark brown, distal end of segment II yellow, III brownish yellow but distal end brown; forewings hyaline; median of tergites III–VII with dark brown bow-tie-shaped area, covered with obvious reticles.

Head length about twice of its width; interocellar setae, postocular setae and cheek setae blunt; maxillary stylets reaching eyes, close together in middle of head (Fig. 12A); antennae 8-segmented (Fig. 12E). Pronotum setae blunt; fore tarsal tooth present (Fig. 12B), forewing with 20–25 duplicated cilia.

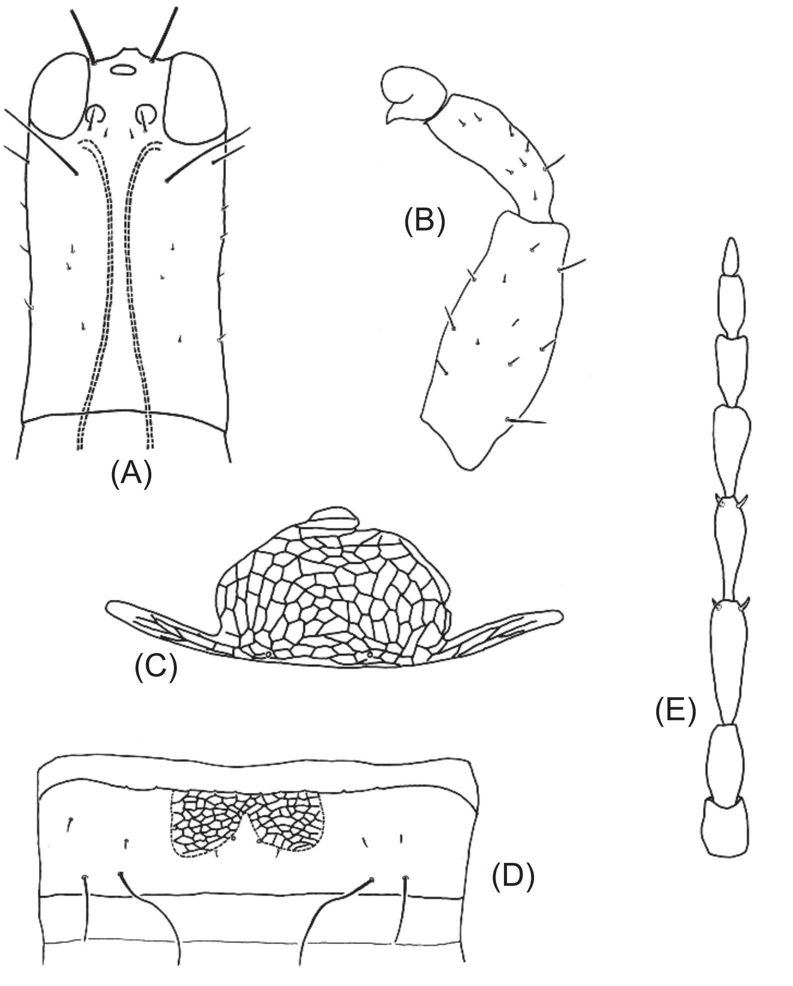

Fig. 12. *Phaulothrips solifer* Okajima: (A) head; (B) fore leg; (C) pelta; (D) tergite IV; and (E) shape of antenna with sense cones on segment III and IV.

Pelta rounded, with 2 slender lateral lobes (Fig. 12C); median of tergites III–VIII with a bow-tie-shaped brown area, covered with clear reticles (Fig. 12D), tube as long as head.

Male. Body length 3.5–5.0 mm, color similar to female, except antennal segment III darker than head; fore tarsal tooth present.

Distribution. Taiwan, Japan.

Specimens examined. Paratypes: 1F, Mt. Yonaha-dake (Okinawa, Japan), dead *Casuarina* branches, 15.ix.1988; 1M, Yamato-son (Kagoshima-ken, Japan), 8.vii.1989.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank Dr. M. Masumoto, Plant Protection Station of Japan, for the loan of the thrips specimens deposited at Tokyo University of Agriculture.

REFERENCES

Ananthakrishnan, T. N. 1969. Mycophagous Thysanoptera-I. Indian For. 95:173–185.

Bagnall, R. S. 1908. On some new genera and species of Thysanoptera. Trans. Nat. Hist. Soc. Northumberl. 3:183–217.

Bagnall, R. S. 1910. Thysanoptera. p.669–701. *in*: Fauna *hawaiiensis*. Vol. 3. (Sharp, D., ed.) Cambridge University Press. London, UK. 704 pp.

Bagnall, R. S. 1914. Brief descriptions of new Thysanoptera-II. Ann. Mag. Nat. Hist. 13:22–31.

Bagnall, R. S. 1921. On Thysanoptera from the Seychelles Islands and Rodrigues. Ann. Mag. Nat. Hist. 7:257–293.

Bianchi, F. A. 1944. *Nesothrips* Kirkaldy supersedes *Oedemothrips* Bagnall. Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 12:31–38.

Chen, L. S. 1980. Thrips associated with mulberry plant (*Morus* sp.) in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Counc. 4:169–182.

Chen, L. S. 1982. Studies on the subfamily Idolothripinae (Thysanoptera: Phlaeothripidae) in Taiwan. NTU Phytopathol. Entomol. 9:53–67.

Han, Y. 1997. Economic Insect Fauna of China. Fasc. 55. Thysanoptera. Science Press. Beijing, China. 514 pp. (in Chinese)

Hood, J. D. 1908. New genera and species of Illinois Thysanoptera. Bull. Ill. State Lab. Nat. Hist. 8:361–379.

Hood, J. D. 1912. Descriptions of new North American Thysanoptera. Proc. Entomol. Soc. Wash. 14:129–160.

Hood, J. D. 1918. New genera and species of Australia Thysanoptera. Mem. Queensl. Mus. 6:121–150.

Karny, H. 1913a. Contribution to the Thysanoptera fauna of New Britain (Beitrag zur Thysanopteren-Fauna von Neu-Britannien). Archiv für Naturgeschichte 79(1):123–136. (in German)

Karny, H. 1913b. H. Sauter's Formosa-Collection (H. Sauter's Formosa-Ausbeute). Supplementa Entomol. 2:127–134. (in German)

Karny, H. 1925. On some tropical Thysanoptera. Bull. Entomol. Res. 16:125–142.

Kirkaldy, G. W. 1907. On two Hawaiian Thysanoptera. Proc. Hawaii. Entomol. Soc. 1:102.

Moulton, D. 1928. New Thysanoptera from Formosa. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa 18:284–328.

Mound, L. A. 1974. The *Nesothrips* complex of spore-feeding Thysanoptera (Phlaeothripidae: Idolothripinae). Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Entomol. 31:107–188.

Mound, L. A. and J. M. Palmer. 1983. The generic and tribal classification of spore-feeding Thysanoptera (Phlaeothripidae: Idolothripinae). Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Entomol. 46:1–174.

Okajima, S. 1975. Notes on the Thysanoptera from the Ryukyu Islands. I. Description of two new species. Kontyû 43:13–19.

Okajima, S. 1979. Two new species of the genus *Gastrothrips* Hood (Thysanoptera: Phlaeothripidae) from Japan and Taiwan. Kontyû 47:511–516.

Okajima, S. 1987. Discovery of the genus *Allothrips* in Japan and Taiwan, with descriptions of two new species (Thysanoptera, Phlaeothripidae). Kontyû 55:146–152.

Okajima, S. 1989. The genus *Phaulothrips* Hood (Thysanoptera, Phlaeothripidae) from the oriental region. Bull. Biogeogr. Soc. Jpn. 44:127–134.

Okajima, S. 1993. The genus *Acallourothrips* Bagnall (Thysanoptera, Phlaeothripidae) from Japan. Jpn. J. Ent. 61:85–100.

Okajima, S. 2006. The Insects of Japan. Vol. 2. The Suborder Tibulifera (Thysanoptera). Touka Shobo. Fukuoka, Japan. 720 pp.

Palmer, J. M. and L. A. Mound. 1978. Nine genera of fungus-feeding Phlaeothripidae (Thysanoptera) from the oriental region. Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Entomol. 37:153–215.

Priesner, H. 1935. New or little known oriental Thysanoptera. Philipp. J. Sci. 57:351–375.

Priesner, H. 1939. Thysanopterologica VIII. Syst. Entomol. 8:73–78.

Takahashi, R. 1936. Thysanoptera of Formosa. Philipp. J. Sci. 60:427–458.

ThripsWiki. 2018. ThripsWiki-providing information on the world's thrips. http://thrips.info/wiki/Main_Page (visit on 05/01/2018)

Walker, F. 1859. Characters of some apparently undescribed Ceylon insects. Ann. Mag. Nat. Hist. 4:217–224.

Wang, C. L., Y. J. Chen, and F. C. Lin, 2018. Taxonomic description of Idolothripinae (Thysanoptera: Tubulifera: Phlaeothripidae) of Taiwan. I. Tribe Idolothripini. J. Taiwan Agric. Res. 67:323–336.

台灣寬薊馬亞科 (纓翅目：管尾亞目：管尾薊馬科) 之分類描述：II. 單毛薊馬族

王清玲[1] 陳怡如[2] 林鳳琪[3,*]

摘要

王清玲、陳怡如、林鳳琪。2019。台灣寬薊馬亞科 (纓翅目：管尾亞目：管尾薊馬科) 之分類描述：II. 單毛薊馬族。台灣農業研究 68(2):91–113。

本文記錄與描述台灣寬薊馬亞科 (Idolothripinae) 單毛薊馬族 (Pygothripini) 7 屬 17 種之分類特徵，族內每屬與同屬內之每種均製作檢索表，包括 2 新種：紅高盾薊馬 (*Ethiro thrips rubeus* Wang, sp. n.) 與楊高盾薊馬 (*Ethirothrips yangi* Wang, sp. n.)，1 新紀錄種：*Ethirothrips stenomelas* (Walker)；此外，*Allothrips taiwanus* Okajima 與 *Scotothrips chui* Chen 分別鑑定為 *Allothrips nubillicauda discolor* Chen 與 *Ethirothrips tibialis* Okajima 之異名。

關鍵詞：分類、纓翅目、管薊馬科、寬薊馬亞科、台灣。

投稿日期：2018 年 5 月 25 日；接受日期：2018 年 12 月 7 日。

* 通訊作者：fclin@tari.gov.tw
1 農委會農業試驗所應用動物組前研究員兼組長。台灣 台中市。
2 農委會農業試驗所應用動物組助理研究員。台灣 台中市。
3 農委會農業試驗所應用動物組副研究員。台灣 台中市。

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 68(2):114–127 (2019)
DOI:10.6156/JTAR.201906_68(2).0002

研究報告

專利分析以及發展策略：木鱉果保健食品為例

林恒生 [1]　何緯倫 [2]　蔣大展 [3,*]　陳盈方 [4]

摘要

林恒生、何緯倫、蔣大展、陳盈方。2019。專利分析以及發展策略：木鱉果保健食品為例。台灣農業研究 68(2):114–127。

本研究透過專利分析方法，以「木鱉果保健食品」為例，提出專利分析對於農技產業發展之重要性。方法論上，本研究以專利檢索流程取得有關木鱉果資訊，後搭配勾稽產業的專利分析，觀察木鱉果產業專利的布局現況。並且，針對關鍵技術發展及競爭者技術布局分析，辨別競爭風險。藉此，本研究辨認出最主要的布局廠商，德國 BionTech 以及日本 BIZEN，並且透過引用找出關鍵技術案共 3 件，並且針對訴訟之風險分析，指導主要迴避之專利技術及迴避之技術範圍。

關鍵詞：專利布局、專利分析、法律風險、侵權風險、木鱉果。

前言

新創的成功與如何保護核心智慧財產，兩者是緊密相關的問題。對於研發人員或者新創公司而言，面對來自現有產業競爭者以專利攻擊或防禦的手段往往是不可承受之重。因此，有效的釐清智慧財產的布局現況及風險，乃重要的議題。此情形對於農業生技產業而言，也一樣適用。尤以農業對於國家發展之基礎性，當政府在發展農技新創及青農等國家農業政策時，智慧財產的布局均會產生深遠的影響。本研究以「木鱉果保健食品」為例，對該農業生技主題之專利現況與布局進行分析。

木鱉果是一種源自於東南亞的熱帶水果，2004 年經美國農業部報告蘊含多種人體所需營養素，如：類胡蘿蔔素之茄紅素及 β-胡蘿蔔素、維生素 C 等。透過本研究，除提出農業生技產業的專利分析方法論外，更希望藉此研究強調專利分析對於農技產業之重要性。

材料與方法

分析架構

本報告之分析，分為「管理面」以及「技術面」兩大面向。類似於傳統專利分析架構 (Trippe 2015)，從管理面呈現技術發展的趨勢、公司布局、地理分布等狀態；之後，再透過技術面分析技術發展上的主要技術，並且從專利布局的角度，分析現有專利對我國發展木鱉果可能帶來的侵權風險。

管理面分析，應用在本研究觀察產業的趨勢動態、發展及競爭者分析上。從總體的申請及公開件數，依時間之發展趨勢觀察市場及研發動向，再以國家別調查關於木鱉果在專利布局上具有潛在經濟效益的地理位置；接著，再透過公司別分析展示木鱉果在技術上主要的研發投入以及競爭者。

其次，本研究期望透過專利資訊的分析，協助我國木鱉果產業在技術發展上建立競爭利基。因此，管理面上主要關心的部分，將從專

投稿日期：2018 年 4 月 10 日；接受日期：2018 年 11 月 23 日。
* 通訊作者：1072028@mail.atri.org.tw
[1] 財團法人農業科技研究院產業發展中心產業分析組組長。台灣 新竹市。
[2] 財團法人農業科技研究院植物研究所研究員。台灣 新竹市。
[3] 財團法人農業科技研究院產業發展中心產業分析組研究助理。台灣 新竹市。
[4] 農委會台東區農業改良場作物改良課助理研究員。台灣 台東縣。

利申請人或專利權人的角度出發，分析目前市場的投入及競爭狀態。後續技術面之分析部分，也將延續以專利申請人之角度切入觀察。

管理面分析，有助對木鱉果技術活動有表層的認識；然就布局的趨勢、地理及技術競爭者之投入程度以外，仍需要實際瞭解技術及權利保護的完整性，才能綜合判斷目前木鱉果在技術發展上的優劣勢。尤其，對技術作為解決問題的組成，其在產業鏈中產生的不可替代性，便賦予技術此概念本身的市場權力。

因此，在理解主要的技術競爭環境後，將進一步分析技術的發展，並且再次勾稽技術及競爭對手間的關係。簡言之，技術愈重要將帶來愈強的市場權利，相對地申請人或專利權人投入愈積極，則代表愈有可能以專利權之主張作為競爭的手段。

本研究以國際專利分類作為工具，切入技術分析，同時將技術依其分類對應至產業需求。主要目的在瞭解技術發展趨勢，其次則針對各領域最主要的專利申請人/權利人做排序，更細節地觀察各技術競爭者的布局策略與方向。藉此，以區別主要兩個技術競爭的風險來源，一者是投入意願高的競爭者、一者來自技術的不可取代性。

從上述兩個方向共同判斷，並綜合技術發展趨勢及管理面資訊，我們即可以判斷現有市場之競爭優劣勢以及風險；惟以專利的保護效果而言，尚缺少一個層次之判別，即專利權利的法律效力。簡言之，疊合前述主要競爭風險來源及具有法律效力的權利，將會是本報告在技術面分析聚焦的重點。

技術面分析之方法上，本研究採用專利引證篩選出高引證專利，針對這些專利做權利分析。同時，對主要競爭者的專利布局進行評估，釐清我方投入木鱉果在布局上的風險及攻防策略。最終，本報告從敘述性方式整理木鱉果技術發展的現狀，並且產生策略建議，提供我國產業發展之參考 (圖 1)。

檢索策略

欲進行專利分析之前，首先必須蒐集足具代表性的專利群。過程中，將先尋找符合檢索期待的核心專利，一般稱為「珍珠」 (針對主要相關專利)，此專利群集之品質與是否能達到預期的專利檢索目標至關重要。

本研究以「木鱉果」為例，主要原因之一係木鱉果為我國原住民部落農業特色作物之一。因屬於原生作物，木鱉果無須重新克服栽培技術，即可在國內生產。除我國環境條件適合發展，木鱉果已受研究報導果實營養成分高，番茄紅素含量經實證高於番茄 70×、β-胡蘿蔔素是胡蘿蔔的 20× (Chuyen *et al*. 2015)。然而，目前以木鱉果進行利用之產品，在保健食品市場上卻鮮有案例；因此，在結合我國原住民農業發展及農產暨保健作物開發的主題下，本案以木鱉果為本案專利分析之標的。

透過專利資訊的分析，目的期望能夠解答兩個議題：(1) 當前木鱉果在國際上之相關技術發展；(2) 我國布局木鱉果技術在現有環境下之風險及策略。

在方法論上，搜尋核心專利是一發掘 (exploratory data analysis; EDA) 的過程 (Hearst 1999)。由於期待獲得關於木鱉果技術發展的整體圖像，將以較全面的方式進行專利檢索，希望能盡量蒐集完整與木鱉果有關的專利，或至少為技術發展過程中具代表性的盡可能完整

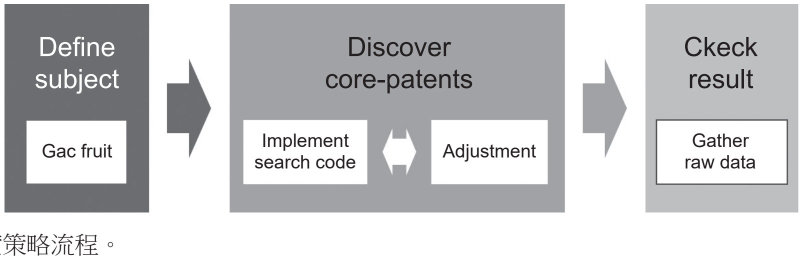

圖 1. 專利檢索策略流程。

Fig. 1. Patent searching procedure.

之專利群集。一般而言，專利檢索的流程可分為 3 個部分，包含：定義檢索主題、發掘核心專利以及檢核結果 (圖 2)。

同時，考量到時間及經濟成本，本研究檢索部分是根據上述檢索流程，採農科院所建立的檢索模型在 Derwent Innovation 資料庫中完成。在農科院的檢索模型中，檢索指令是以關鍵字方式對說明書、摘要、標題 3 種書目欄位做校正，並且調整檢索關鍵字 (Chen 2009)。原則上，對說明書檢索將獲得所有直接或間接相關的專利，而對摘要檢索則會集中在以檢索主題為核心的專利。最後，以 “momordica ADJ cochinchinensis”、“gac ADJ fruit” 對說明書以及摘要欄位檢索，本研究分別取得共兩筆可作分析的專利群集。

如上述，本報告專利檢索將再對特定區域進行區隔，第 1 筆可以觀察整體趨勢、第 2 筆則注意中國大陸以外的發展。其原因係全面完整的搜索更方便觀察產業之整體發展趨勢、然中國大陸的專利申請是其他地區總和 3 倍以上。如此，將之區隔將有助較平衡判斷國際布局之趨勢，定位出主要專利風險。

中國大陸的專利群集共有 261 篇，本研究將另外分析，但相對於國際分析，中國大陸部分將以相類似的分析邏輯，以綜合面向進行觀察提供主要之輪廓。原因在於，中國大陸之專利布局趨勢與國際往往有不同之走向，但中國大陸是單一國家，而針對單一國家之分析並非本研究之目的。

再者，因關鍵字相同，第 1 筆檢索的欄位理論上完全涵蓋第 2 筆檢索的欄位，因此兩者關係應該為：第 2 筆檢索資料是第 1 筆的子集合。檢索式範圍分別如下：TITLE/ABSTRACT/CLAIMS 和 ABSTRACT。兩者獲得的筆數有明顯差異，第 1 筆有 340 件專利、第 2 筆 64 件。下將檢索之條件整理如 (表 1)。

結果

管理面分析

在總體趨勢分析上，首先採用第一筆 340 件專利觀察 (全球)，分析專利申請趨勢，以瞭解目前木鱉果領域發展趨勢。原則上，專利申請能夠同時代表研發對技術的投入空間及對該市場發展之預期；不過，專利申請行為，也會因為各組織的文化與目標產生差異。

從專利申請量隨時間變化趨勢 (圖 3)，可以看到從 1986 年的 1 件專利案開始直到 2006

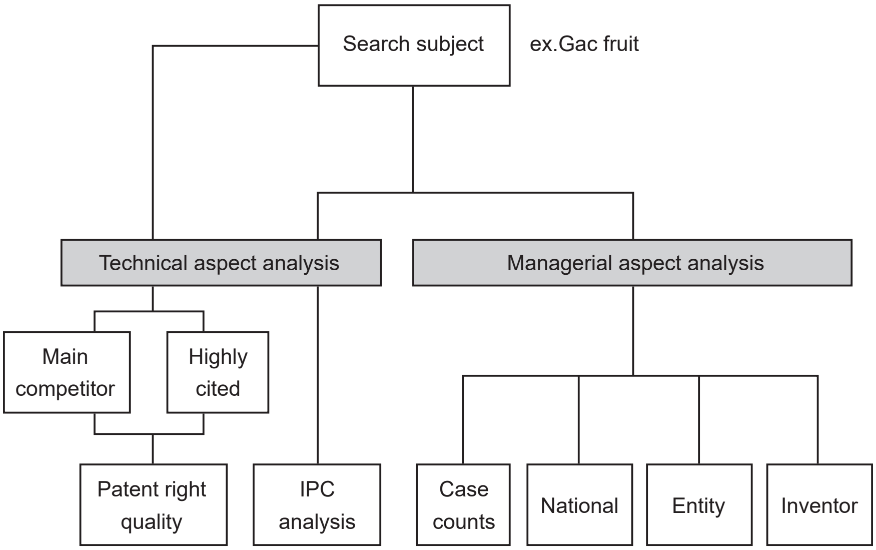

圖 2. 專利分析架構圖。

Fig. 2. Structural layout of patent analysis.

表 1. 木鱉果檢索範圍。

Table 1. Searching scope of gac fruit.

Keyword		Scope of search		Window
Momordica ADJ cochinchinensis	×	TITLE/ABSTRACT/CLAIMS	+	1986–2017
Gac ADJ fruit		ABSTRACT		1986–2017

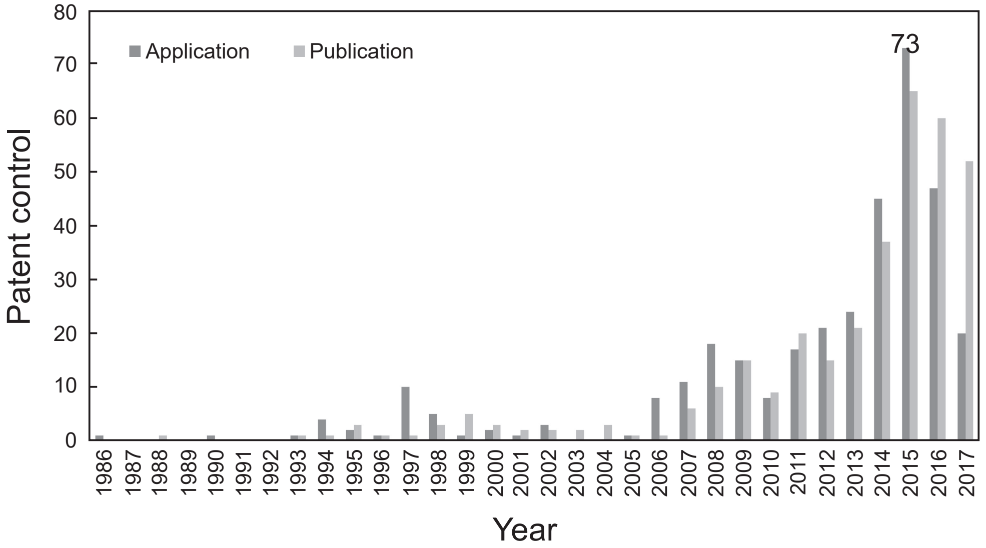

圖 3. 木鱉果專利申請趨勢。

Fig. 3. Gac fruit patenting trend.

年，專利申請和核准開始有顯著成長，並且其成長斜率至 2014 年更加增強。換言之，就觀察期間至今，研發端對木鱉果的預期經濟效益一直是正面的，而到 2015 年仍出現高峰。

惟因為申請案公開時間作業程序需 18 mo 的關係，在 2016–2017 年之間的案量下滑均含有誤差範圍。惟總體而言，木鱉果市場至今仍處於成長階段；亦即，市場的成長對於此領域投資者而言仍是具有期待的。

透過專利觀察市場趨勢，其中一個限制在於專利屬於在市場發展之前的布局行為，亦即更應作為領域發展的投資，而不是市場當下的變化，再搭配案件成長量變化，可以知道市場對於木鱉果技術的期待變化；另一方面，則代表可以透過技術取得市場權力的空間，也就是目前技術發展之空間。圖中呈現目前技術的成長量維持，顯示技術發展仍存在有空間。

同時，本研究也從第 2 筆資料 64 件專利中 (扣除中國專利) 比較申請及獲准案數量。扣除死亡案件 (表 2)，當前正在審查或狀態未定的申請案數量仍超過一半之比例；其中，正在申請程序中的案件占 22%，而權利取得比率與死亡比率相等均為 35%，專利核准率顯示相關提出申請之技術至少一半具可通過專利之水準，呼應上述技術仍存有發展空間之小結。

地理市場及權利人排名從專利案件量，可以反映何者是在此技術概念上付出更多資源做法律權利保護的專利權人。對應地，投入較多專利申請活動的專利權人，也可以隱含有較多在研發上的投入或技術發展空間，惟此共同取決於專利權人申請專利的策略和文化。舉例而言，以大量專利申請換取訴訟機會的公司，並不一定具有高品質的專利組合。

以下將持續使用第 2 筆 64 件專利做分析，對應專利數量以及國家 (圖 4，顏色愈深者地區申請量愈高)。源自於屬地主義之限制，專

表 2. 木鱉果專利申請與核准現況。

Table 2. Gac fruit patent application and granting status quo.

Live			
Grant	Application	Death	Undetermined
35%	22%	35%	43%

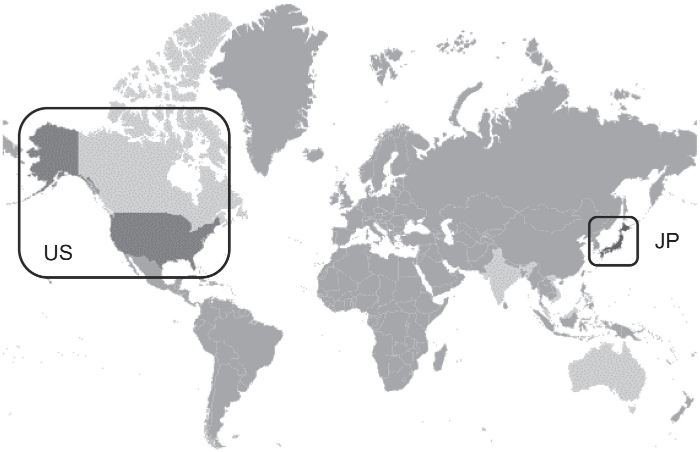

圖 4. 木鱉果專利地理布局依顏色反應布局數量。

Fig. 4. Geographical deployment of gac fruit patents showing patenting numbers by darkness of regions.

利申請一案僅在一個國家或法域獲得保護。同時，專利權利是一種針對非經授權的「使用、製造、販賣、進口、販賣之要約」做排除的行為，換言之，原則上行使專利權的條件會發生在經濟活動的路徑上。

因此，從申請國家別來看，可觀察到主要技術發展案件集中在日本，其次為美國；此外，在加拿大、印度、澳洲也有一定案量。換言之，木鱉果的主要技術發展地區、生產及預期銷售市場，以美國、日本等地為主。不過，此推論還有其他未能排除的誤差，比如在歐、美等國專利申請活動，社會因素相對較高於其他國家；另外，木鱉果亦不像其他常見作物，已具有明確的利用文化背景。

除了國際的地理分布，市場的另外一個重要資訊為參與活動的個體 (entity)。智慧財產是授予特定個體的排他權，因此對於此排他權之取得動機及因素之瞭解，才能幫助理解我國對應在技術布局上的回應措施。原則上，投入較多專利申請的專利權人隱含有較多在研發上的投入；並且，個別專利申請人對於其技術所投入的市場、技術內容，也都會反映出不同的競爭和策略思維。

因此，以專利權人的案件數量排名作為指標，首先篩選出最主要的技術布局個體，在本案分析的 64 件專利中 (圖 5)，最積極提出專利申請者為歐洲規模最大的生物藥公司—德國 BionTech AG 公司，其次為位在美國亞歷桑納州專製有機萃取的 International Flora Technologies 公司。此外，專注於花卉萃取物之應用、歐洲自然萃取物食品供應商—法商印度分公司 Dynadis Biotech India Private 公司則位居第 5 名。前 5 名專利權人中還有 2 位是個人 Vuong Le Thuy (Vitalea Science) 以及 Chang the-Shan。

產業鏈中主要競爭者分析，本研究採國際專利分類號 (International Patent Classification; IPC) 對技術領域做分析。IPC 是依據史特拉斯堡協議制定，由世界智慧財產組織進行管理的分類系統，總計有 70,000 個分類項目。

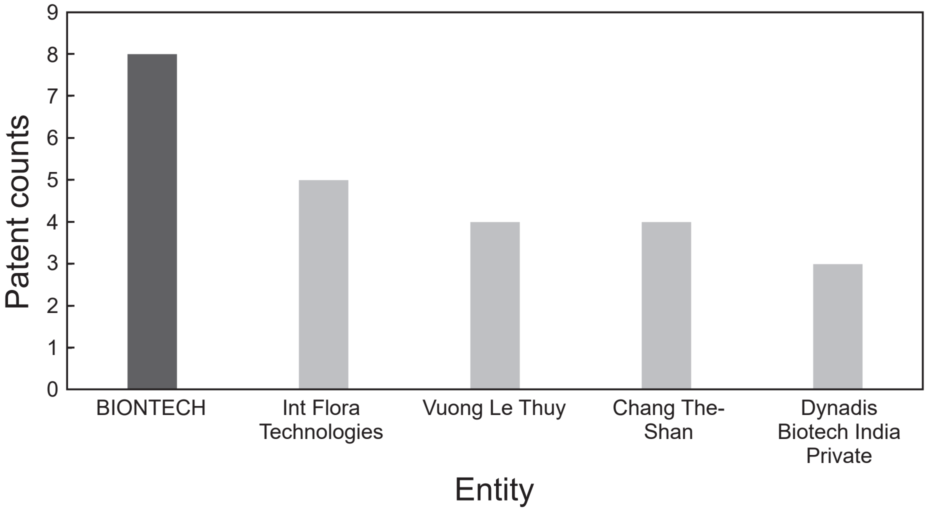

圖 5. 木鱉果專利主要競爭者排序。

Fig. 5. Ranking by the major competitors.

IPC 最主要的特色在於其作為國際統一的技術分類系統，讓各國專利資訊可以更方便相互比較流通。另外，在美國專利商標局及歐洲專利局共同開發的合作專利分類系統 (Cooperative Patent Classification; CPC) 上，也是以 IPC 分類架構為基礎 (Kortum & Putnam 1997)。

IPC 的分類架構設計是依據需求作為基礎，對技術特徵逐步展開分類。透過這個架構，技術會被定位在明確的需求以及技術手段下方。對個別分類而言，當技術具有可以辨識的明確技術特徵的時候，就優先以技術特徵作為分類的條件，其次才會歸納到單純描述應用效果的總類。也因此，我們更能瞭解技術分類架構下所呈現各分類號之間的關係 (World Intellectual Property Organization 2019)。IPC 分類號是在技術分類號中使用最為通用者，由世界智慧財產組織管理；同時，也是較為簡潔的分類系統，因此便於從輪廓上劃分產業結構。本報告除了分析主軸「競爭對手」，需要再深入觀察專利申請權人 (個體)，以瞭解其專利申請在產業鏈中布局中掌握技術權力強弱，因此引進 IPC 作為共同分析的工具。

作法上，本研究以 IPC 分類號對應農產品產業區位 (Verbeke 2005)，勾稽木鱉果產業鏈目前的專利布局現況。觀察 64 篇專利的 IPC 分類號出現頻率分布 (圖 6)，代表當前專利布局中技術發展集中的領域。從圖中可見，「A61K 衛生醫療應用」、「A61P 特殊醫療用途」都是木鱉果主要的專利布局項目，另外「C07K 基因技術上的改良」、「A23L 食物以及食物處理方法」、「C12N 酵母、微生物」也具有一定專利申請量。

由分類號說明解讀此分布之涵義。其中，件數最多的衛生醫療應用 A61K 是任何具有治療疾病功效的物質或組成物，此類別相對於 C 類更針對特定化學物質及化學技術，著重其關於醫療衛生之應用功效。接著，出現於 A61P 特殊醫療用途之專利，必須先符合為 A61K、C12N 或 C01、C07、C08 類別中之一項，詳言之，A61P 屬於醫療用途類別下特別針對治療行為、藥物準備的分類。另外，肽類化合物之準備 C07K，則針對特定有機化學物質之製造技術；A23K 食物及實務處理方法指出廣義有關人類或動物食用的物質之製作；最後，C12N 酵母、微生物，則是收納含有酵母、微生物的物質。

隨後，藉由分類號之特徵勾稽大致上之產業鏈關係。以農產業之一般性產業結構：種源資材、生產加工、市場應用 3 大項作為基礎，連結各主要分類號之間的關係。原則

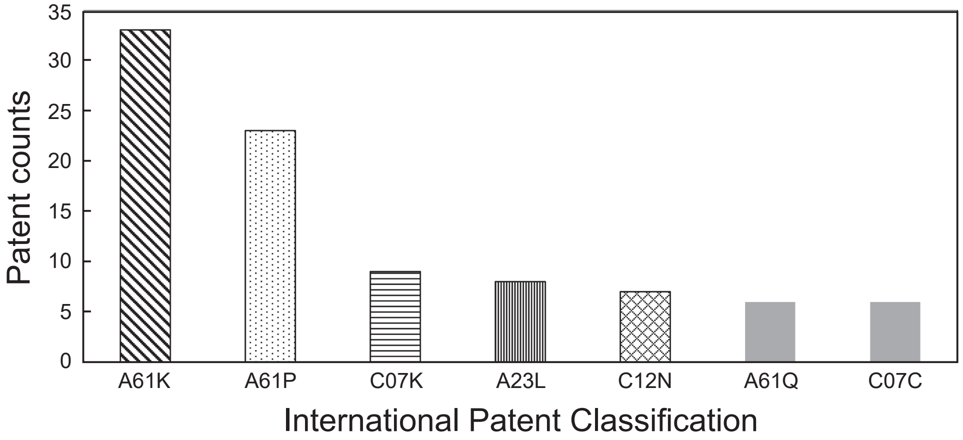

圖 6. 木鱉果專利布局分類號排序。

Fig. 6. Ranking by International Patent Classification (IPC) frequency.

上，A61K 以及 A61P 的歸納為偏向應用端，而 C07K 則定義特定化學物質。另外，A23K 作為最終應用上游中食品部分之製作技術，而 C12N 則位於更上游的原料以及預備處理。

更進一步觀察其子分類號，應用方面 A61K 下主要包含 A61K 36/42、A61K 36/00 是不確定其源自葫蘆科 (小黃瓜) 或被子植物的有效成分物質；另外，A61K 9/70 則指出一部分作為紗布或網片為基礎的醫療品製作；特殊醫療應用的 A61P 下有 A61P 17/00 作為皮膚醫療的應用，以及 A61P 3/10 治療代謝問題；其中，化學物質部分由 C07K 下最主要的 C07K 14/81 指出其中之蛋白酶抑制劑；A23L 食物處理主要為 A23L 1/30 以添加物方式改善營養性質，似於健康食品；最後，C12N 主要歸類於 C12N 15/15 作為基因改良之技術。

吾人將就專利技術使用有對應需求之產業區位對應專利分類號 (圖 7)，勾稽出現有專利技術之布局狀態對應產業鏈之影響。整體而言，布局仍集中在消費市場的應用端；在應用端，又出現數種不同的應用產品形式以及對應健康問題，從紗布到保健食品，對應有皮膚問

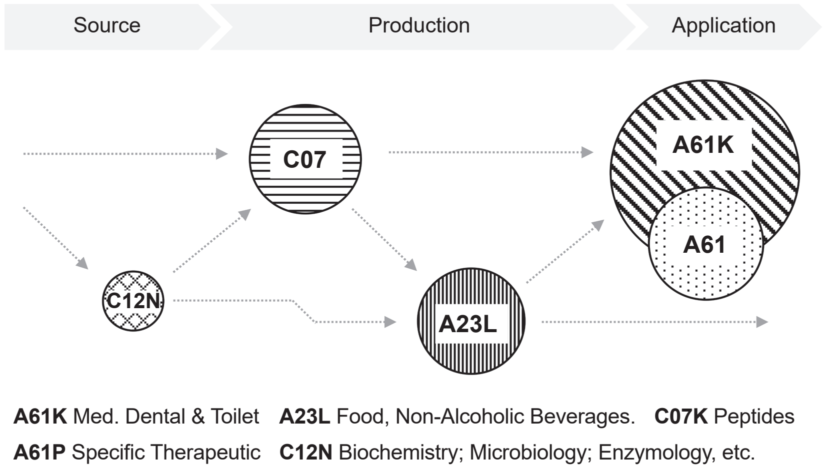

圖 7. 木鱉果對應產業鏈之專利布局。

Fig. 7. Gac fruit patenting status quo corresponding to industry chain.

題至代謝改善等。另方面，除了符合應用之目的以及產品形式，亦有部分針對基因之技術布局，特別用於癌症之治療上。

再以圖 7 為基礎，在拆分為對應分類號的結構後，再次對專利申請人進行排序，以進一步瞭解專利申請人對於不同技術領域的布局重點。經過權威控制後，可以發現 (圖 8) 各分類號中申請量最多的個體標註，最主要參與布局的公司有兩間：德商 BionTech 以及日商 BIZEN (備前化學)。

透過公開資料，可知 BIZEN 是專門萃取功能性原料製造健康食品及藥物的公司，而 BionTech 則是專門發展個人化免疫藥物及創傷治療的製造商。並且，兩家主要競爭者的布局策略也不相同。從上圖可見，德商 BionTech 主要集中布局以醫療應用為主的 A61K 分類號，同時也布局在化學物質部分的 C07K 分類號；相對地，日商 BIZEN 則集中在特殊醫療 A61P 及食品 A23L 兩個應用領域。

同時，BionTech 的出現，亦呼應前段落中專利權人分析 BionTech 排序第一的結果。接著，研究再列出拆解分類號之後各類別中主要專利權人 (競爭對手) 之排序，作為在技術發展上的主要競爭對手，併供追蹤參考 (表 3)。

技術面分析

經由前部分之管理面分析，吾人可界定技術發展的領域、產業、國家及參與技術發展的主要競爭者等。尤其，透過觀察競爭者對技術發展與保護的投入，可以分辨競爭者創造法律訴訟風險的可能性。

然而，對應布局的積極程度，仍然要再以技術的品質、法律保護的品質兩大面向，才能共同判斷實質存在技術發展上的智慧財產風險 (China Technology Exchange 2015)。本研究之技術面分析將透過挑選出重點技術，並針對

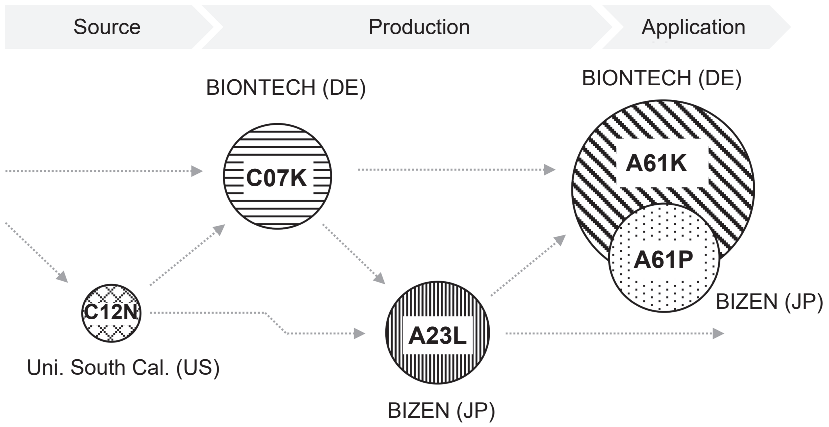

圖 8. 木鱉果對應產業鏈之主要競爭者分析。

Fig. 8. The major competitors in gac fruit industry corresponding to industry chain.

表 3. 木鱉果專利依國際專利分類號之主要競爭者排序。

Table 3. Ranking of the major competitors by International Patent Classification (IPC).

IPC	Entity rank (count)
C07K	BIONTECH AG 6; Uni. Southern Cal. 1; ENCODE Bio Inc. 1
C12N	Uni. Southern Cal.
A23L	BIZEN 2–3 (Kasei); BIOCAPSOL 1; Vuong Le Thuy 1
A61P	BIZEN 2–3 (Kasei); SANKENSHA KK 2; DAINIPPON Pharm. 2
A61K	BIONTECH AG 6; CHANG I SHAN 5; VUONG LE THUY 3; SANKENSHA KK 2; BIZEN CHENICAL 2

重點技術及主要競爭者之智慧財產保護品質分析，綜合提出當前木鱉果市場上之發展風險，對應提出我國之發展策略。

以下，將以專利的引證數為基礎作關鍵技術分析，並對主要競爭者進行其技術布局分析；透過上述兩個高風險之判斷路徑，再經法律狀態分析確認高風險或難以被取代的專利布局。

在關鍵技術分析上，本研究以引用數門檻篩選關鍵技術，從專利書目資訊解讀，引用數的意義與傳統論文之引用並不完全相同；主要差異來自於專利引用並非為歸因給概念的貢獻者，而是為了確認技術的可專利性 (Jaffe *et al*. 2000)。換言之，單純是為了反應既有最相近的技術概念；亦即，受引用愈多的專利，其蘊含的雖非均為啟發新技術想法，但卻是一種在技術發展上不可避免使用的概念。

透過引用數排序，本研究以門檻選擇 30 做分野，選出關鍵技術作進一步法律狀態之分析。引用數 30 是一個非具操作型定義的篩選門檻，選以 30 作為門檻的主要原因，在於為了同時能夠減少分析的時間成本、提高效率，並要能分析到最具代表性的專利。透過觀察分析排序，引用數 30 以下的引用曲線斜率趨於平緩，因此做為本報告門檻之標準。

在被分析的 64 篇專利中，僅有 3 篇專利引用數超過 30 (圖 9)。分別為美國專利 6770585 號、日本專利 H10-074205 及美國專利 8017147 號。搭配分類號判斷，其中 6770585 號專利是屬於成果加工端，而其他兩件 H10-074205 及 8017147 號專利則分別是對食品及醫療用途的應用，作為本研究之關鍵技術。

三件關鍵技術中，引證數最高的是美國 8017147 號專利 (引用數 56)。該專利是由加州 Mazed *et al*. (2008) 以個人名義提出申請，係有 3 件美國延續案的專利家族。該案屬於早期提出木鱉果具有保健功效應用之概念，作為木鱉果保健概念之主要提出者，並從其引證專利人工檢閱，尚未注意到潛在可能之替代發明。

三份關鍵專利的權利狀態經整理 (表 4)，以專利期限 20 年計算美國的 6770585 及 8017147 兩案權利都仍存續；其中，8017147 案還有 3 件延續案，因此權利範圍仍會在第一件提出的範圍中變動，有依據侵權人迴避改變請求的彈性及動機。另一方面，日本 Sankensha KK 的日本 H10-074205 案，則在去年到期成為公共領域之研發成果，不僅在日本，其後續應用是否可能轉往其他市場亦值得觀察。

在主要競爭者技術分析上，除高引證專利具有較強的市場權力而應予以關注外，市場主要競爭者的專利布局，也隱含著較高的侵權和法律風險，因此下方特別對 BionTech 和

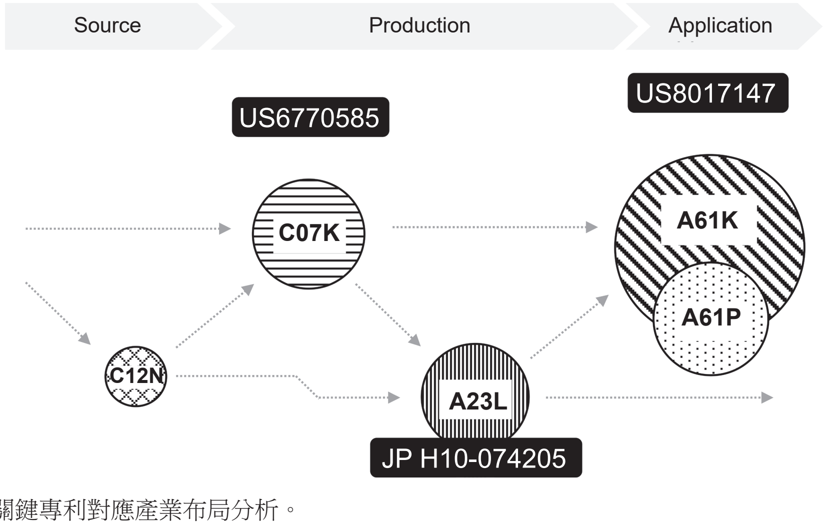

圖 9.　木鱉果關鍵專利對應產業布局分析。

Fig. 9.　Key technology corresponding to industry chain.

表 4. 木鱉果關鍵技術專利權利狀態分析。
Table 4. Analysis of key technology patent right.

Type	Status	Geography	Patent number (assignee)
Production (1 count)	Alive (2022)	USA	6770585 [VUONG LE THUY (Vitalea Science)]
Application (2 count)	Dead (2017)	JP	H10–074205 (SANKENSHA KK)
	Alive (2028)	USA	8017147 (MAZED) Continuation: 20090252758, 2009252796, 20100021533

BIZEN 的專利布局予以分析。

就 BionTech 專利布局分析，該公司係德國個人化免疫、癌症及重症治療藥物的製造商，由前部分研究可確認，其布局集中在與基因相關的 C07K 及與醫療應用相關的 A61L 類別中。

再自檢索專利中撈出 BionTech 的專利進行分析 (表 5)，發現那些專利屬於同一個國際專利家族。換言之，透過提出國際專利 (Patent Cooperation Treaty; PCT) 布局國際市場，該專利經世界智慧財產組織公開資料確認，係由歐洲專利局 (European Patent Office; EPO) 提出首次申請，後經 PCT 程序布局國家包括：美國、歐盟、中國、加拿大、澳洲、韓國、墨西哥等地。其中，歐洲專利公約 (European Patent Convention; EPC) 會員國共布局了 38 國。

從布局的地理範圍，即可見該專利對 BionTech 的重要性，呼應先前分析之結果。以 BionTech 對該技術之重視程度及投入之資源來看，該件專利之權利範圍是我們應該小心不觸犯的對象。表 5 摘要列出 BionTech 的專利布局重點。

就 BIZEN 專利布局分析，該公司係日本企業，製造萃取源自於自然物質的藥物或者健康食品。已知 BIZEN 在木鱉果的專利布局，集中在關於食物及食物處理的 A23 領域中。

針對 BIZEN 的專利布局再進一步分析，發現其布局亦為一國際專利家族 JP06049370。該家族首先於日本國內提出申請，後在 2014 年進入 PCT 國際申請程序，且指定超過 40 國進行國內申請。惟目前在歐盟專利資料庫做確認，僅有日本案是確認已經核准的，其他國家申請案的核准狀態囿於資源限制得再詳查。

不過，如同前述 BionTech 的布局情況，BIZEN 此篇專利家族布局，是以同一份發明內容進行多國保護。因此，我們應該關注的仍是其核心的發明概念，避免誤觸其權利範圍。

小結技術面的分析，是透過重點技術及在產業間可以確定的高競爭風險技術布局，做重點式的分析。透過分析專利權利狀態及布局範圍，可以提早預防任何侵權風險，並有助研發人員作為迴避設計之參考。不過，由於以上兩位主要競爭者的技術布局都透過 PCT 程序，藉合約之規定在非第一申請國的其他國家，可以安排接續其他國家的相同案件，使在往後國家專利效力期限向後延長 30 mo，應予以注意。

中國大陸專利布局分析

世界專利申請量 5 大專利局中，中國大陸申請量居第 1 位，形成原因除人口眾多以外，更由於中國補助高新企業政策以來促使申請量大幅成長。本案中，中國大陸的專利件數共有

表 5. BionTech 與 BIZEN 專利布局分析。
Table 5. Patent right deployment of BionTech and BIZEN.

Patent	Status	Geo.	Scope	Function
EP 3271385	Alive (2035)	38	Seprase binding peptide that contains Gly-Arg-Gly-Pro sequence.	Testing cancer, or making of medicine preventing cancer with no cell toxicity.
JP06049370	Alive (2022)	38	Medicinal Composition derivative containing (I)–(X) Lycopene	For producing or preparing food or beverage as liquid, gel or solid, can prevent cancer.

261 件，占總件數的 76%，占絕大多數。為瞭解其地區對木鱉果的利用發展，然而仍需去除因其補助政策對全球研發趨勢產生的稀釋效應，因此將之獨立觀察。

此部分在方法上採用與報告主軸相同的工具，然而考量篇幅僅從描述性的分析提供綜合層面之判斷，不另針對中國大陸專利之風險及我國布局策略做細部分析，此部分結果可與國際之專利布局現況做比較。首先，同樣地從分析專利權人開始，瞭解在中國法域內主要投入木鱉果相關技術保護的競爭對手；接著，再透過分類號，從大方向瞭解中國境內專利之發展方向以及趨勢。其中，會夾敘與前部分全球專利排除中國大陸部分之比較。

中國之木鱉果技術權利人排名中 (圖 10)，最主要的申請人/權利人是廣西順帆投資有限公司；此外，申請量前 5 位中，以公司為個體的主要權利人還有德陽華盛植物油有限公司及北京亞東生物製藥有限公司。此外，有個人申請如宋愛民、陳文斌。

惟其中並未出現有國際上布局木鱉果的廠商，例如：BionTech 或 BIZEN；亦即，隱含中國之木鱉果技術發展與前部分分析之全球趨勢相獨立。不過，獨立僅代表權利布局區域之區隔，而在技術概念發展上是否有源自他國之概念，還要透過引用分析是否有他國之技術來源。

IPC 分析同以 IPC 分類代碼作為基礎，統計中國大陸木鱉果相關專利的分布，呈現結果如圖 11。其中，九成以上專利分類號標示集中在「A61K 衛生醫療應用」及「A61P 特殊醫療用途」兩類，相較全球布局更集中在應用端 (圖 11)。

此外，從分布排序觀察，中國大陸專利中缺少了全球技術布局中針對特定作用化學物質之「C07K 肽類化學物質之準備」及「C12N 酵母、微生物」兩類，均屬於產業鏈較為前端之製造或生產過程。換言之，中國大陸之木鱉果應用，缺少製程端甚至種源資材端的保護。

另一方面，再針對 A61K 及 A61P 兩類分類號拆解。以衛生醫療之不確定，其有效成分的自然物質來源，例如昆蟲、多足類、蛛形綱、薑黃屬等，多為中藥複方之專利。此外，藥材作為食、醫藥品的主要成分，則木鱉果主要以配方中之部分出現。

而從 A61P 特殊醫療用途細分，可以呈現其食、藥品之應用功效，包括：非核心鎮痛藥、骨骼疾病、關節不良、處理傷口或瘀青、抗增

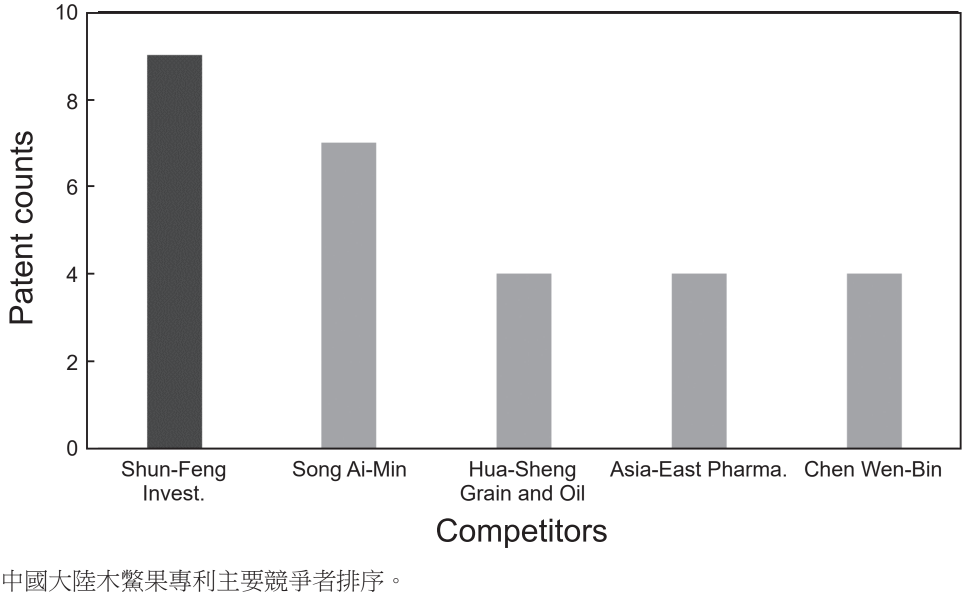

圖 10. 中國大陸木鱉果專利主要競爭者排序。

Fig. 10. P.R.C.'s Ranking by major competitors.

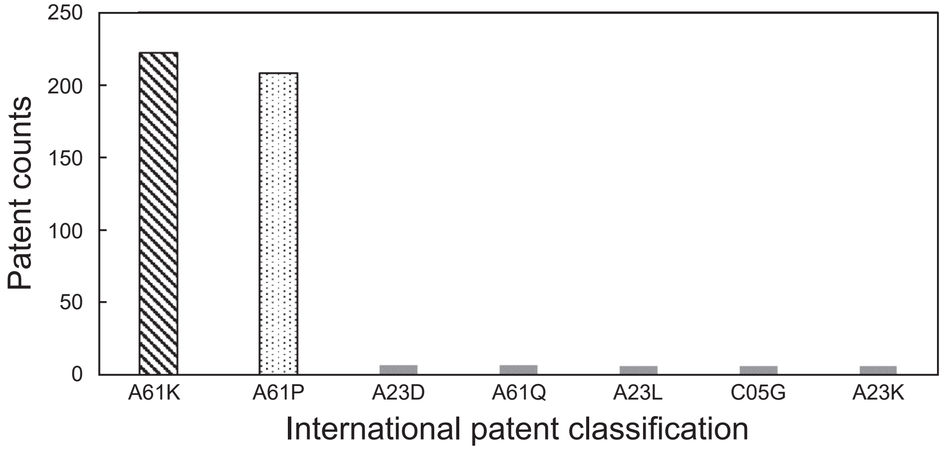

圖 11. 關鍵專利對應產業布局分析。

Fig. 11. Key technology corresponding to industry chain.

生、皮膚疾病；其功效除皮膚相關問題外，亦與全球專利分析中指出代謝、心血管等方向有所差異，可作為參考。

討論

透過專利分析取得觀察，最後進入到策略部分。策略建議分為兩個部分探討，第一部分為敘述性現況，主要針對先前在分析中觀察到的現況進行整理作為鋪陳；再透過觀察整理發展第二部分的策略建議。兩者都是分別從先前專利分析的兩大面向：管理面、技術面做切入，最終引導出適合的策略方向。

敘述性現況

管理面：(1) 目前木鱉果市場仍然處於成長的狀態，惟可以從前面的地圖看出主要布局市場或生產基地集中在美國和日本，並非其他國家沒有發展，應視為目前這兩個國家無論從生產或是需求而言，仍然是木鱉果經濟最主要的帶動者。(2) 在先前的分析中，可以看到目前的廠商布局，以日本 BIZEN 公司和德國 BionTech 最積極。換言之，這兩個廠商也因為最積極參與專利布局活動，有更多可能主動發起專利維權行為。

技術面：(1) 透過分類號歸納技術並勾稽至產業鏈發現，當前技術布局集中在種源資材、市場應用兩端；而在應用端又分作醫療用途以及食品用途兩種，是大多數研發人員切入的方向。再透過觀察主要競爭者的分布情形，發現德國 BionTech 同時布局種源資材以及醫療用途兩端、而日本 BIZEN 則集中在食品的應用。(2) 在關鍵技術分析中，發現木鱉果關鍵技術，即高引用數專利並非由 BionTech 或 BIZEN 等主要競爭者所擁有，對於此可能解釋為：關鍵技術離實施產業應用還有一定距離，或者也可能起因於關鍵技術擁有人沒有能力將技術商業化；不過目前木鱉果市場中，經閱讀關鍵技術 Mazed 專利一案還未觀察到有被替代的風險，而日本 SANKENSHA KK 的專利則在去年過期。

策略建議

管理面：(1) 整體而言，由於研發投資的趨勢原則上是會隨預期市場而變動，而研發投資在木鱉果上仍維持成長的趨勢，因此推論投資在研發木鱉果相關產品仍是樂觀的。(2) 以產業鏈觀察，在確保沒有種源資材沒有被壟斷的前提下，目前研發方向建議以應用發明為最快速的切入點。其中可以導入的方向有：醫療用途、特殊醫療用途及食品 (IPC: A61K、A23L、A61P) 等。(3) 鑒於布局積極度及布局規模，針對醫藥的應用應關注 BionTech 公司、針對食品的專利應注意 BIZEN，持續監控對

兩公司的侵權風險。此外，建議可以追蹤入上表所羅列在各分類號出現的競爭者專利，有助降低法律風險。

技術面：(1) 醫藥應用專利目前還未判斷出具有潛力的替代方案，因此主要研發延續 Mazed 案，以心血管、阿茲海默症、調整低血糖和自然合成物質為應用方向。且因為 Mazed 專利還沒有過期，所以同時要注意 Mazed 的相關授權或侵權事宜；不過，Mazed 案僅布局在美國，因此在其他國家仍可以使用。(2) 同時應該注意 BionTech 布局的醫藥應用，針對用於癌症相關「具有 Gly-Arg-Gly-Pro 序列的 Seprase binding peptide」，使用上會產生對 BionTech 專利侵權的風險，以及上述 Bointech 的布局競爭程度，應對此部分提高警覺。(3) 食品應用 (A23L) 關鍵專利單純為日本案，對美國市場不產生壟斷，且已過期，其成果可以作為參考，增加應用彈性。不過，BIZEN 所布局在全球的專利範圍「具有 (I)–(X) 番茄紅素衍生物的藥劑組分」，應是主要迴避對象。

中國大陸專利布局分析

(1) 中國大陸的相關技術布局由國內廠商主導，發展上獨立於全球之趨勢；並且，在技術布局方向上多集中應用，含有許多中藥複方之專利申請；而在主張的功效上也與全球趨勢呈現差異。(2) 因中國大陸技術是以應用為主，同時也代表在種源資材以及製程加工部分缺少技術布局；尤其，分類號未見「C07K 肽類化學物質之準備」及「C12N 酵母、微生物」，雖然他國技術公開仍會影響申請專利的難度，但仍是可以獲得利基的區塊。

結論

農業生技產業，如同其他產業，均需要考量到完整的智慧財產保護措施，才能在日益國際化及不斷發展的市場中取的先機。而本研究之專利分析方法，同樣可以應用於其他農業技術之研發管理過程中，希望能藉此增加我國農業技術競爭力，以取得利基促進產業化及事業化。以本研究「木鱉果保健食品」為例，市場的發展擴及日、美及其他地區，國際分工甚至來自海外的競爭者更不可忽略。

透過專利分析，本研究找到如 BionTech、BIZEN 等主要的國際競爭對手，並為面對競爭對手、關鍵技術等專利布局建立迴避的方向。如此，即可有效節省資源，同時亦可降低一定程度侵權訴訟風險；相對地，也能用以尋找潛在技術合作夥伴。藉由本文的專利分析方法，可以提供我國在發展產品或投入研發時瞭解我國優勢並針對目前競爭者的狀態進行有效率的研發資源分配。

引用文獻

Chen, D. R. 2009. Patent Search and Patent Analysis. Intellectual Property Office, Ministry of Economics. Taipei, Taiwan. 228 pp. (in Chinese)

China Technology Exchange. 2015. Study on patent evaluation and assessment framework scheme. Intellectual Property Publishing House. Beijing, China. 137 pp.

Chuyen, H. V., M. H. Nguyen, P. D. Roach, J. B. Golding, and S. E. Parks. 2015. Gac fruit (*Momordica cochinchinensis* Spreng.): A rich source of bioactive compounds and its potential health benefits. Int. J. Food Sci. Technol. 50:567–577.

Hearst, M. A. 1999. Untangling text data mining. p.3–10. *in*: Proceedings of the 37th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics on Computational Linguistics. June 23, 1999. College Park, MD. Association for Computational Linguistics. Stroudsburg, PA.

Jaffe, A. B., M. Trajtenberg, and M. S. Fogarty. 2000. The Meaning of Patent Citations: Report on the NBER/Case-Western Reserve Survey of Patentees. National Bureau of Economic Research. Cambridge, MA. 19 pp.

Kortum, S. and J. Putnam. 1997. Assigning patents to industries: Tests of the Yale technology concordance. Econ. Syst. Res. 9:161–176.

Trippe, A. 2015. Guideline for Preparing Patent Landscape Reports. World Intellectual Property Organization. Geneva, Switzerland. 129 pp.

Verbeke, W. 2005. Agriculture and the food industry in the information age. Eur. Rev. Agric. Econ. 32:347–368.

World Intellectual Property Organization. 2019. Guide to the International Patent Classification. World Intellectual Property Organization. Geneva, Switzerland. 52 pp.

Patenting Status Quo and Portfolio Analysis- Using Gac Fruit Dietary Supplement as Example

Heng-Sheng Lin[1], Wei-Lun Ho[2], Ta-Chan Chiang[3,*], and Ying-Fang Chen[4]

Abstract

Lin, H. S., W. L. Ho, T. C. Chiang, and Y. F. Chen. 2019. Patenting status quo and portfolio analysis- using gac fruit dietary supplement as example. J. Taiwan Agric. Res. 68(2):114–127.

This study presents the importance of patent analysis to the agri–biotechnology industry by using patent analysis methodology, with "gac fruit" as an example. This study uses common procedure to acquire patent information relating to "gac fruit". Along with industrial interpretation, patent analysis is conducted to observe "gac fruit" patenting status quo. Furthermore, key technologies and major competitors are identified to locate competition risks. Finally, this study proposed strategies and suggestions to domestic "gac fruit industry", including sections such as developing directions and infringement risk preventions. This study is summarized by resonating the importance of patent analysis to the local agricultural industry, showing indispensability of patent information to the development of this industry in a general term.

Key words: Patent portfolio, Patent analysis, Legal risks, Infringement risks, Gac fruit, *Momordica cochinchinensis*.

Received: April 10, 2018; Accepted: November 23, 2018.
* Corresponding author, e-mail: 1072028@mail.atri.org.tw
1 Group Supervisor, Division of Industry Analysis, Industrial Development Center, Agricultural Technology Research Institute, Hsinchu, Taiwan, ROC.
2 Research Fellow, Plant Technology Laboratories, Agricultural Technology Research Institute, Hsinchu, Taiwan, ROC.
3 Research Assistant, Division of Industry Analysis, Industrial Development Center, Agricultural Technology Research Institute, Hsinchu, Taiwan, ROC.
4 Assistant Research Fellow, Crop Improvement Department, Taitung District Agricultural Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, ROC.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 68(2):128–136 (2019)
DOI:10.6156/JTAR.201906_68(2).0003

研究報告

水楊酸甲酯吸引捕食性天敵降低小黃瓜上南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 數量

董耀仁 [1]　許北辰 [1,*]

摘要

董耀仁、許北辰。2019。水楊酸甲酯吸引捕食性天敵降低小黃瓜上南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 數量。台灣農業研究 68(2):128–136。

本研究呈現水楊酸甲酯吸引天敵，並降低小黃瓜上南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 數量的效果。明顯較高數量的南黃薊馬天敵小黑花椿象 (*Orius strigicollis* Poppius) 及中華班腿盲椿象 (*Campylomma chinensis* Schuh)，被發現於黃色黏板搭配水楊酸甲酯的處理組，但水楊酸甲酯的效果呈現濃度與季節的差異性。在 2015 年冬季與 2016 年夏季試驗中，0.1% 水楊酸甲酯處理組的小黃瓜植株上，南黃薊馬數量明顯少於益達胺、酒精、水及對照組。同時，0.1% 水楊酸甲酯處理組的小黃瓜植株上，南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象的數量顯著多於益達胺、酒精、水及對照組。本研究結果顯示，0.1% 水楊酸甲酯有潛力取代益達胺等農藥作為小黃瓜南黃薊馬的防治資材，但在實際應用前必須先進行研究大面積的田間試驗，確認其有效性及保育生物防治的措施。

關鍵詞：小黃瓜、南黃薊馬、水楊酸甲酯、生物防治。

前言

南黃薊馬 (*Thrips palmi* Karny) 是熱帶及亞熱帶地區葫蘆科及茄科作物重要害蟲 (Walker 1994; Smith *et al*. 1997)，亦是台灣小黃瓜 (*Cucumis anguria* Linnaeus) 重要害蟲且終年發生 (Wang & Chu 1986; Huang & Chen 2004)。除取食葉、花及莖外，南黃薊馬也會取食果實，造成果實表面白色或棕色斑點影響果實的品質與價格。同時，南黃薊馬也可傳播花生芽斑病毒 (Groundnut bud necrosis virus) 及西瓜銀斑病毒 (Watermelon silvery mottle virus) 等多種植物病毒造成嚴重危害 (Peters *et al*. 1996; Ullman *et al*. 1997)。

雖然田間存在小黑花椿象及盲椿象等有效的南黃薊馬捕食性天敵 (Wang 1998)，但傳統上噴施化學藥劑仍是農民採用的主要防治方法 (Hsu *et al*. 2002)。因為南黃薊馬產生抗藥性問題及消費者對農產品與環境安全的疑慮，有必要發展一種安全有效的南黃薊馬防治方法 (Wang 1994; Hsu *et al*. 2002)。

前人研究中，蟲害誘導揮發性成分水楊酸甲酯 (methyl salicylate; MeSA)，已知可誘引花椿科及盲椿科捕食性天敵 (James 2003; James & Price 2004; James 2005; Lee 2010)。上述二科的捕食性天敵中，南方小黑花椿象 (*Orius strigicollis* Poppius) 及中華斑腿盲椿象 (*Campylomma chinensis* Schuh) 是台灣田間南黃薊馬的主要天敵 (Wang 1994, 1998; Lu *et al*. 2011)。此外，水楊酸甲酯亦證實對西方花薊馬 (*Frankliniella occidentalis* Pergande) 具有忌避效果 (Chermenskaya *et al*. 2001; Allsopp *et al*. 2014)。

利用天敵防治害蟲是一種安全、有效及永續的防治方法 (Peñaflor & Bento 2013)，惟目

投稿日期：2018 年 10 月 22 日；接受日期：2018 年 11 月 30 日。
[*] 通訊作者：bchen@tari.gov.tw
[1] 農委會農業試驗所應用動物組助理研究員。台灣 台中市。

前並無水楊酸甲酯吸引南方小黑花椿象或中華斑腿盲椿象與用於防治小黃瓜上南黃薊馬相關研究。因此，本研究擬於農委會農業試驗所試驗田區，以黃色黏板搭配不同濃度水楊酸甲酯測試對南方小黑花椿象或中華斑腿盲椿象是否具誘引效果及有效濃度。同時，測試小黃瓜植株懸掛水楊酸甲酯是否能降低南黃薊馬的數量，藉由上述研究，我們希望未來可發展一套安全、有效且非農藥的小黃瓜南黃薊馬防治方法。

材料與方法

本試驗所使用的水楊酸甲酯 (99%) 及無水酒精 (ethanol)，均購買自台灣默克股份有限公司 (台灣台北市)。透明玻璃瓶 (1.9 cm × 6 cm) 購自 Kimble 公司 (Vineland, USA)，黃色黏板 (37 cm × 19 cm) 及單螺線 (直徑 0.1 cm) 均購買自振詠興業公司 (台灣台中市)。益達胺 (9.6% 溶液) 購自興農股份有限公司 (台灣台中市)。

本試驗用所使用的水楊酸甲酯釋放器具為透明玻璃瓶，其內分別裝入 99、10、1、0.1 及 0.01% 水楊酸甲酯 (以無水酒精調製)、無水酒精 (以下稱 Ethanol 處理組-正對照組) 及維持空白不添加任何東西 (以下稱 Blank 處理組或空白對照組)。玻璃瓶上方瓶蓋正中央有一直徑 0.3 cm 圓孔，讓水楊酸甲酯氣味自然散出，整個玻璃瓶以黑色膠帶包覆以避免陽光照射造成的影響 (James 2003)。

水楊酸甲酯搭配黃色黏板的方法，為將水楊酸甲酯釋放器以單螺線綁定後，單螺線穿過黃色黏板上方中間的開孔，並將水楊酸甲酯釋放器附於黃色黏板上。其後，整個含釋放器黃色黏板，懸掛於田間，用於南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象的調查 (Dong & Hwang 2016)。

南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象的調查，為將含釋放器 (內含 99、10、1、0.1 及 0.01% 水楊酸甲酯、Ethanol-正對照組或 Blank-空白對照組) 的黃色黏板懸掛於農業試驗所試驗田區 (24°01'44.6"N、120°41'41.7"E)。試驗調查田區面積約 10 ha，主要作物為梅、桃及梨等果樹。含釋放器黃色黏板直接懸掛於作物枝條上或是懸掛於支撐架上 (Dong & Hwang 2016)，各黃色黏板間隔至少 25 m。於 2015–2016 年間進行調查，每隔 2 wk 更換 1 次黃色黏板帶回試驗室內檢視，記錄黃色黏板捕獲的南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象數量，每處理 20 重複。調查資料除全年統計外，另依春、夏、秋、冬四季 (Shin 2011) 分別統計調查資料，以比較是否有季節差異性。

測試水楊酸甲酯忌避南黃薊馬或吸引天敵並降低小黃瓜南黃薊馬數量的試驗，為將室內種植的小黃瓜植株 [小黃瓜種植於直徑 19 cm、高度 21 cm 的塑膠盆中。種植環境為 25℃ ± 1℃定溫試驗養蟲室，光照 12 h，相對濕度 75% ± 5%。待小黃瓜生長至具有 2 片真葉 (約種植後 14–16 d) 供後續試驗使用]。移至行政院農委會農業試驗所辦公區草坪，此草坪區面積約 2 ha (長 150 m、寬 135 m)，草坪區內四周散生南洋杉 (*Araucaria cunninghamii* Sweet)、羅漢松 [*Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet var. maki Sieb. & Zucc.]、藍花楹 (*Jacaranda acutifolia* Bonpl) 及楓香 (*Liquidambar formosana* Hance) 等樹木，並以人工除草方式管理。先前已證實於此草坪區內，花椿科及盲椿科等捕食性天敵終年發生。南黃薊馬忌避效果試驗，為將不含薊馬之小黃瓜植株搭配釋放器 (內含 99、10、1、0.1 及 0.01% 水楊酸甲酯、Ethanol-正對照組或 Blank-空白對照組)。設置完成的小黃瓜植株，每株間隔至少 15 m，試驗開始後第 14 日記錄 (採用全株目視調查) 小黃瓜植株上南黃薊馬數量，本試驗 20 重複。水楊酸甲酯吸引天敵，降低小黃瓜植株上南黃薊馬數量試驗，為將未含薊馬之小黃瓜植株進行5種處理：搭配釋放器 (內含0.1% 水楊酸甲酯或無水酒精-Ethanol 處理組或維持空白-Blank)、噴施自來水 (每週施用 1 次)-Water 處理組及噴施益達胺 (9.6% 溶液，依植物保護手冊推薦濃度稀釋 1,500× 使用，每週施用 1 次)-Imidacloprid 處理組。將處理後小黃瓜植株移至農業試驗所辦公區草坪，每小黃瓜植株間隔至少 15 m，試驗開始後每 4 日記錄 1 次 (採用全株目視調查) 小黃瓜植株上南方小

黑花椿象與中華斑腿盲椿象等天敵數量，以及南黃薊馬數量至 28 d，本試驗 20 重複。

試驗所得各項資料先以 SAS Enterprise Guide 7.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 統計分析軟體，進行變方分析 (analysis of variance; ANOVA) 後，再以最小顯著差異性測驗 (least significant difference test; LSD test) 分析其差異顯著性。水楊酸甲酯處理組所得資料，經分析後同時與 Ethanol-正對照組及 Blank-空白對照組有顯著差異，方視為與對照組有顯著差異。

結果

所有水楊酸甲酯濃度處理組黃色黏板，於 2015 全年調查資料中捕獲南方小黑花椿象數量，均顯著高於對照組。其中，以 0.1% 水楊酸甲酯處理組數量最高。個別季節中，所有水楊酸甲酯處理組於春季及夏季，顯著較對照組捕獲更多的南方小黑花椿象。秋季所有水楊酸甲酯處理組捕獲南方小黑花椿象數量，則與對照組無顯著差異；冬季僅有 0.1% 與 0.01% 水楊酸甲酯處理組捕獲南方小黑花椿象數量，顯著高於對照組 (表 1)。

所有水楊酸甲酯濃度處理組黃色黏板，於 2016 全年調查資料中捕獲南方小黑花椿象數量，均顯著高於對照組。其中，亦以 0.1% 水楊酸甲酯處理組數量最高。個別季節中，所有水楊酸甲酯處理組於夏季顯著較對照組捕獲更多的南方小黑花椿象。春季中，僅 0.01% 水楊酸甲酯處理組捕獲南方小黑花椿象數量與對照組無顯著差異；但在秋季，所有水楊酸甲酯處理組捕獲南方小黑花椿象數量與對照組無顯著差異；而在冬季，僅有 0.1% 水楊酸甲酯處理組捕獲南方小黑花椿象數量則顯著高於對照組 (表 2)。

所有水楊酸甲酯濃度處理組黃色黏板，於 2015 全年調查資料中捕獲中華斑腿盲椿象數量，均顯著高於對照組。其中，以 0.1% 水楊酸甲酯處理組數量最高。個別季節中，所有水楊酸甲酯處理組於春季、夏季及秋季，均顯著較對照組捕獲更多的中華斑腿盲椿象；但在冬季中，僅有 0.1% 水楊酸甲酯處理組捕獲中華斑腿盲椿象數量顯著高於對照組 (表 3)。

所有水楊酸甲酯濃度處理組黃色黏板，於 2016 全年調查資料中捕獲中華斑腿盲椿象數量，均顯著高於對照組。其中，亦以 0.1% 水楊酸甲酯處理組數量最高。於個別季節中，所有水楊酸甲酯處理組於夏季及秋季，顯著較對照組捕獲更多的中華斑腿盲椿象；在春季中，僅 1% 水楊酸甲酯處理組捕獲中華斑腿盲椿象數量與對照組無顯著差異；而在冬季，僅有 0.1% 水楊酸甲酯處理組捕獲中華斑腿盲椿象數量顯著高於對照組 (表 4)。

所有水楊酸甲酯濃度處理組，小黃瓜植株上南黃薊馬數量與對照組無顯著差異 (表 5)。

表 1. 2015 年不同濃度水楊酸甲酯對南方小黑花椿象 (*Orius strigicollis*) 誘引效果。

Table 1. Effectiveness (mean ± SE) of different concentrations of methyl salicylate (MeSA) for attracting *Orius strigicollis* in 2015[z].

	Mean number of *O. strigicollis* (± SE)				
Treatment	Full year	Spring	Summer	Autumn	Winter
99% MeSA	11.2 (0.5) b	4.2 (0.2) a	6.2 (0.4) c	0.4 (0.1) b	0.4 (0.1) bc
10% MeSA	12.8 (0.5) b	3.4 (0.3) b	8.4 (0.4) b	0.6 (0.1) ab	0.4 (0.1) c
1% MeSA	7.4 (0.7) c	1.1 (0.2) d	5.6 (0.5) cd	0.3 (0.1) b	0.4 (0.1) c
0.1% MeSA	17.1 (0.4) a	5.0 (0.4) a	11.0 (0.3) a	0.4 (0.1) ab	0.7 (0.1) a
0.01% MeSA	7.5 (0.5) c	1.8 (0.2) c	4.4 (0.2) d	0.7 (0.1) a	0.6 (0.1) ab
Ethanol	4.4 (0.3) d	1.0 (0.2) d	2.6 (0.3) e	0.4 (0.1) ab	0.4 (0.1) c
Blank	5.4 (0.4) d	1.2 (0.1) d	3.4 (0.3) e	0.5 (0.1) ab	0.3 (0.1) c

[z] Experiment conducted in farmland at the Taiwan Agricultural Research Institute. For each column, means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ (Fisher's protected least significant difference test). Spring: February–April; Summer: May–July; Autumn: August–October; Winter: November–January.

表 **2.** 2016 年不同濃度水楊酸甲酯對南方小黑花椿象 (*Orius strigicollis*) 誘引效果。

Table 2. Effectiveness (mean ± SE) of different concentrations of methyl salicylate (MeSA) for attracting *Orius strigicollis* in 2016[z].

	Mean number of *O. strigicollis* (± SE)				
Treatment	Full year	Spring	Summer	Autumn	Winter
99% MeSA	14.4 (0.7) c	4.6 (0.3) b	8.6 (0.5) c	0.4 (0.1) ab	0.8 (0.2) bc
10% MeSA	18.0 (0.5) b	4.8 (0.3) b	11.8 (0.5) b	0.7 (0.2) a	0.7 (0.2) c
1% MeSA	9.8 (0.9) d	1.1 (0.2) d	7.7 (0.8) cd	0.3 (0.1) b	0.7 (0.2) c
0.1% MeSA	23.4 (0.5) a	6.3 (0.4) a	15.4 (0.5) a	0.4 (0.1) ab	1.3 (0.2) a
0.01% MeSA	9.9 (0.6) d	1.8 (0.2) c	6.2 (0.3) d	0.7 (0.1) a	1.3 (0.2) ab
Ethanol	5.8 (0.5) e	1.0 (0.2) d	3.6 (0.4) e	0.4 (0.1) ab	0.7 (0.2) c
Blank	6.3 (0.4) e	1.3 (0.2) cd	3.6 (0.4) e	0.6 (0.1) ab	0.8 (0.2) bc

[z] Experiment conducted in farmland at the Taiwan Agricultural Research Institute. For each column, means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ (Fisher's protected least significant difference test). Spring: February–April; Summer: May–July; Autumn: August–October; Winter: November–January.

表 **3.** 2015 年不同濃度水楊酸甲酯對中華斑腿盲椿象 (*Campylomma chinensis*) 誘引效果。

Table 3. Effectiveness (mean ± SE) of different concentrations of methyl salicylate (MeSA) for attracting *Campylomma chinensis* in 2015[z].

	Mean number of *C. chinensis* (± SE)				
Treatment	Full year	Spring	Summer	Autumn	Winter
99% MeSA	13.5 (0.6) b	1.5 (0.1) ab	9.0 (0.5) b	2.4 (0.3) b	0.6 (0.1) b
10% MeSA	12.6 (0.4) b	1.2 (0.2) b	8.0 (0.3) bc	2.6 (0.2) b	0.8 (0.1) b
1% MeSA	8.1 (0.4) d	0.4 (0.1) d	5.5 (0.4) d	1.6 (0.2) c	0.6 (0.1) b
0.1% MeSA	22.4 (0.7) a	1.6 (0.2) a	14.3 (0.7) a	4.5 (0.2) a	2.0 (0.2) a
0.01% MeSA	11.2 (0.5) c	0.8 (0.2) c	7.4 (0.3) c	2.4 (0.2) b	0.5 (0.1) b
Ethanol	5.5 (0.3) e	0.1 (0.1) d	3.7 (0.2) e	1.0 (0.1) d	0.7 (0.2) b
Blank	6.2 (0.4) e	0.1 (0.1) d	4.6 (0.4) e	0.9 (0.2) d	0.7 (0.1) b

[z] Experiment conducted in farmland at the Taiwan Agricultural Research Institute. For each column, means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ (Fisher's protected least significant difference test). Spring: February–April; Summer: May–July; Autumn: August–October; Winter: November–January.

表 **4.** 2016 年不同濃度水楊酸甲酯對中華斑腿盲椿象 (*Campylomma chinensis*) 誘引效果。

Table 4. Effectiveness (mean ± SE) of different concentrations of methyl salicylate (MeSA) for attracting *Campylomma chinensis* in 2016[z].

	Mean number of *C. chinensis* (± SE)				
Treatment	Full year	Spring	Summer	Autumn	Winter
99% MeSA	16.6 (0.8) b	1.4 (0.1) ab	10.8 (0.6) b	3.9 (0.4) b	0.6 (0.1) bc
10% MeSA	15.5 (0.4) bc	1.1 (0.1) bc	9.6 (0.4) bc	4.2 (0.3) b	0.6 (0.1) bc
1% MeSA	10.3 (0.5) d	0.4 (0.1) d	6.7 (0.4) d	2.7 (0.2) c	0.5 (0.1) c
0.1% MeSA	26.9 (0.9) a	1.5 (0.1) a	17.2 (0.8) a	7.0 (0.4) a	1.2 (0.1) a
0.01% MeSA	14.2 (0.7) c	0.8 (0.2) c	8.9 (0.4) c	3.9 (0.3) b	0.6 (0.2) c
Ethanol	7.2 (0.3) e	0.1 (0.1) e	4.6 (0.2) e	1.8 (0.2) d	0.7 (0.1) bc
Blank	7.6 (0.6) e	0.1 (0.1) e	4.5 (0.4) e	2.2 (0.4) d	0.8 (0.1) b

[z] Experiment conducted in farmland at the Taiwan Agricultural Research Institute. For each column, means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ (Fisher's protected least significant difference test). Spring: February–April; Summer: May–July; Autumn: August–October; Winter: November–January.

表 5.　不同濃度水楊酸甲酯對南黃薊馬 (*Thrips palmi*) 選擇偏好影響。

Table 5.　Effect of methyl salicylate (MeSA) on melon thrips settling preference[z].

Treatment	Mean number of melon thrips (SE)
99% MeSA	24.6 (1.6) a
10% MeSA	24.2 (1.7) a
1% MeSA	23.9 (1.4) a
0.1% MeSA	24.3 (1.5) a
0.01% MeSA	22.5 (1.2) a
Ethanol	21.1 (1.1) a
Blank	22.4 (0.9) a

[z] Means within the same column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$, analysis of variance).

2015 年冬季試驗中，0.1% 水楊酸甲酯處理組累計調查到的南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象的數量，均顯著高於益達胺處理組、酒精處理組、水處理組及對照組。同時，0.1% 水楊酸甲酯處理組小黃瓜植株上南黃薊馬的數量，顯著少於益達胺處理組。但 2 處理組小黃瓜植株上，南黃薊馬數量均顯著低於酒精處理組、水處理組及對照組 (表 6)。

2016 年夏季試驗中，0.1% 水楊酸甲酯處理組累計調查到的南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象的數量，均顯著高於益達胺處理組、酒精處理組、水處理組及對照組。益達胺處理組南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象的數量，顯著低於酒精處理組、水處理組及對照組；同時，0.1% 水楊酸甲酯處理組小黃瓜植株上南黃薊馬的數量，顯著少於益達胺處理組。但 2 處理組小黃瓜植株上，南黃薊馬數量均顯著低於酒精處理組、水處理組及對照組 (表 7)。

討論

水楊酸甲酯於前人研究中，證實可誘引多種南黃薊馬天敵，包括花椿象及盲蝽象等 (James 2003; James & Price 2004; James 2005)。本試驗 2015 年、2016 年調查結果，亦證實所有水楊酸甲酯處理組於全年度顯著較對照組捕獲更多的南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象。水楊酸甲酯對南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象的誘引效果，存在濃度及季節差異性。本試驗選用水楊酸甲酯濃度，於秋季對南方小黑花椿象無誘引效果，而除 0.1% 水楊酸甲酯處理組外，本試驗選用水楊酸甲酯濃度於冬季對中華斑腿盲椿象，亦無誘引效果 (表 1 至表 4)。

表 6.　2015 年冬季試驗 0.1% 水楊酸甲酯吸引天敵降低小黃瓜植株上南黃薊馬 (*Thrips palmi*) 數量效果。

Table 6.　Effectiveness (mean ± SE) of 0.1% methyl salicylate (MeSA) for attracting natural enemies of melon thrips and reducing melon thrips populations in cucumber plants in 2015 winter season (December 14–Janyary 23)[z].

	2015 winter season (December 14–January 23)		
	Mean cumulative number of natural enemies (± SE)		
Treatment	*O. strigicollis*	*C. chinensis*	Mean number of melon thrips on day 41 (± SE)
0.1% MeSA	7.3 (1.1) a	3.5 (0.6) a	8.8 (1.0) c
Imidacloprid	0.0 (0.0) b	0.0 (0.0) b	51.3 (0.5) b
Ethanol	0.0 (0.0) b	0.0 (0.0) b	97.8 (1.7) a
Water	0.1 (0.1) b	0.0 (0.0) b	95.9 (6.9) a
Blank	0.0 (0.0) b	0.1 (0.1) b	100.7 (4.4) a

[z] Experiment conducted in an open field at the Taiwan Agricultural Research Institute. Means within the same column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$, analysis of variance). Melon thrips, *Orius strigicollis*, and *Campylomma chinensis* data were square transformed prior to analysis; *O. strigicollis* and *C. chinensis* numbers were cumulative over 41 days.

表 7. 2016 年夏季試驗 0.1% 水楊酸甲酯吸引天敵降低小黃瓜植株上南黃薊馬 (*Thrips palmi*) 數量效果。

Table 7. Effectiveness (mean ± SE) of 0.1% methyl salicylate (MeSA) for attracting natural enemies of melon thrips and reducing melon thrips populations in cucumber plants in 2016 summer season (June 8–July 18)[z].

	2016 summer season (June 8–July 18)		
	Mean number of natural enemies (± SE)		
Treatment	*O. strigicollis*	*C. chinensis*	Mean number of melon thrips on day 41 (± SE)
0.1% MeSA	29.0 (1.5) a	33.3 (1.8) a	12.4 (0.6) c
Imidacloprid	0.0 (0.0) c	0.0 (0.0) c	31.3 (0.5) b
Ethanol	5.0 (1.0) b	12.7 (1.1) b	46.8 (2.2) a
Water	4.9 (0.5) b	10.7 (2.9) b	51.3 (3.9) a
Blank	5.3 (0.7) b	14.4 (0.9) b	48.6 (2.9) a

[z] Experiment conducted in an open field at the Taiwan Agricultural Research Institute. Means within the same column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$, analysis of variance). Melon thrips, *Orius strigicollis*, and *Campylomma chinensis* data were square transformed prior to analysis; *O. strigicollis* and *C. chinensis* numbers were cumulative over 41 days.

前人研究中亦證實，水楊酸甲酯對束小瓢蟲 [*Scymnus* (*Pullus*) *sodalis* (Weise)] 及七星瓢蟲 (*Coccinella septempunctata* Linnaeus) 的誘引效果均存在濃度差異性 (Zhu & Park 2005; Dong & Hwang 2017)，因此於田間使用水楊酸甲酯時需考慮對標的天敵合適的使用濃度。本試驗中 0.1% 水楊酸甲酯搭配黃色黏板於全年度及個別季節中捕獲之南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象數量，與其餘濃度處理組相較數量最多，因此選用 0.1% 水楊酸甲酯作為後續小黃瓜盆栽試驗使用濃度 (表 1 至表 4)。

根據本試驗結果，水楊酸甲酯除因濃度不同影響對南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象的誘引效果外，於不同季節間南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象對水楊酸甲酯的反應亦存在差異 (表 1 至表 4)。前人研究中，亦發現小黑花椿象於夏季試驗中明顯受水楊酸甲酯誘引，但在秋季試驗中則對水楊酸甲酯無反應 (James 2003; James & Price 2004; James 2005)。此外，於田間試驗中水楊酸甲酯於 9 月上旬可誘捕食蟎瓢蟲 (*Stethorus punctum picipes* Casey)，但於 9 月下旬及 10 月水楊酸甲酯則對食蟎瓢蟲無誘引效果，可能的原因推測為此時期食蟎瓢蟲進入冬眠期 (James 2005)。導致南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象對水楊酸甲酯反應的季節差異性原因目前尚未明瞭，James (2005) 研究指出作物、季節及天敵生理狀態等內外不同因子皆有可能影響水楊酸甲酯對天敵的誘引效果。

Koschier *et al*. (2007) 以 1% 水楊酸甲酯處理胡瓜葉片，發現可減少西方花薊馬於葉片上的停留時間、取食傷害及雌蟲產卵。此外，水楊酸甲酯也忌避西方花薊馬在梅花上產卵 (Allsopp *et al*. 2014)。但本試驗中，小黃瓜植株懸掛水楊酸甲酯對南黃薊馬的選擇偏好並無影響 (表 5)。水楊酸甲酯於室內及戶外試驗證實對黑豆蚜 (*Aphis fabae* Scopoli) 及禾谷麥蚜 (*Rhopalosiphum padi* Linnaeus) 具忌避作用，於大麥田施用水楊酸甲酯可降低禾谷麥蚜及長角麥蚜 (*Sitobion avenae* Fabricius) 族群數量達 40–50% (Hardie *et al*. 1994; Pettersson *et al*. 1994; Ninkovic *et al*. 2003)。Dong & Hwang (2017) 研究指出，小黃瓜植株懸掛水楊酸甲酯對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover) 的選擇偏好無影響。上述研究結果顯示，水楊酸甲酯對昆蟲的忌避效果存在種間差異性。

雖然前人研究中證實，水楊酸甲酯可吸引南黃薊馬天敵 (James 2003; James & Price 2004; James 2005)，但尚未有研究證實可利用水楊酸甲酯吸引天敵並降低作物上南黃薊馬族群數量。而本試驗結果，小黃瓜植株懸掛 0.1% 水楊酸甲酯，能同時吸引南黃薊馬天敵南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象前來，並降低小黃瓜植株上南黃薊馬的數量且效果顯著優於益達胺處理組 (表 6 至表 7)。Wang *et al*. (2002) 研究指出，於彰化縣田尾鄉及南投縣草屯鎮進行之茄園試驗顯示，南黃薊馬發生時，視植株大小，每株釋放 20–150 隻不等之小黑花椿象，

每週一次連續 8 次。自釋放後第 4 週至第 9 週，生物防治區南黃薊馬密度始終低於藥劑防治區，顯示天敵的存在能有效壓低薊馬族群。而本試驗結果亦證實，天敵於防治南黃薊馬的效果與利用水楊酸甲酯直接吸引田間存在天敵的應用潛力。

雖然水楊酸甲酯可有效吸引南黃薊馬天敵，但水楊酸甲酯存在對南黃薊馬選擇偏好並無影響。因此，田間天敵族群存在及密度，直接影響水楊酸甲酯的應用效果。於田間操作應用中提供天敵遮蔽處所、蜜源食物及替代寄主等有利於天敵停留及族群增長的保育生物防治相關措施，配合水楊酸甲酯等吸引天敵物質，已證實可提升天敵對害蟲防治效果 (Simpson *et al*. 2011a, 2011b)。

綜合上述結果，0.1% 水楊酸甲酯於本試驗條件下，證實較其他供試濃度對南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象具有顯著誘引效果。小黃瓜植株懸掛 0.1% 水楊酸甲酯，可吸引南方小黑花椿象及中華斑腿盲椿象前來，並較農藥處理組有效降低小黃瓜植株上南黃薊馬數量。未來於實際應用水楊酸甲酯於小黃瓜南黃薊馬防治工作前，大面積的田間試驗確認其有效性及保育生物防治的措施必須先進行研究。

引用文獻

Allsopp, E., G. J. Prinsloo, L. E. Smart, and S. Y. Dewhirst. 2014. Methyl salicylate, thymol and carvacrol as oviposition deterrents for *Frankliniella occidentalis* (Pergande) on plum blossoms. Arthropod Plant Interact. 8:421–427.

Chermenskaya,T. D., V. N. Burov, S. P. Maniar, E. M. Pow, N. Roditakis, O. G. Selytskaya, I. V. Shamshev, L. J. Wadhams, and C. M. Woodcock. 2001. Behavioural responses of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), to volatiles from three aromatic plants. Int J. Trop. Insect. Sci. 21:67–72.

Dong, Y. J. and S. Y. Hwang. 2016. Evaluation of the effectiveness of four herbivore-induced plant volatiles on attracting natural enemies. J. Taiwan Agric. Res. 65:173–183.

Dong, Y. J. and S. Y. Hwang. 2017. Cucumber plants baited with methyl salicylate accelerates *Scymnus* (*Pullus*) *sodalis* (Coleoptera: Coccinellidae) visiting to reduce cotton Aphid (Hemiptera: Aphididae) infestation. J. Econ. Entomol. 110:2092–2099.

Hardie, J., R. Isaacs, J. A. Pickett, L. J. Wadhams, and C. M. Woodcock. 1994. Methyl salicylate and (-)-(1R, 5S)-myrtenal are plant-derived repellents for black bean aphid, *Aphis fabae* Scop. (Homoptera: Aphididae). J. Chem. Ecol. 20:2847–2855.

Hsu, J. C., H. T. Feng, and Y. J. Huang. 2002. Susceptibility of *Thrips palmi* to insecticides recommended in Taiwan. Formosan Entomol. 22:83–93.

Huang, L. H. and C. N. Chen. 2004. Temperature effect on the life history traits of *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae) on eggplant leaf. Plant Prot. Bull. 46:99–111.

James, D. G. 2003. Synthetic herbivore-induced plant volatiles as field attractants for beneficial insects. Environ. Entomol. 32:977–982.

James, D. G. and T. S. Price. 2004. Field-testing of methyl salicylate for recruitment and retention of beneficial insects in grapes and hops. J. Chem. Ecol. 30:1613–1628.

James, D. G. 2005. Further field evaluation of synthetic herbivore-induced plant volatiles as attractants for beneficial insects. J. Chem. Ecol. 31:481–495.

Koschier, E. H., D. Hoffmann, and J. Riefler. 2007. Influence of salicylaldehyde and methyl salicylate on post-landing behaviour of *Frankliniella occidentalis* Pergande. J. Appl. Entomol. 131:362–367.

Lee, J. C. 2010. Effect of methyl salicylate-based lures on beneficial and pest arthropods in strawberry. Environ. Entomol. 39:653–660.

Lu, C. T., Y. C. Chiu, M. Y. Hsu, C. L. Wang, and F. C. Ling. 2011. Using cysts of brine shrimp, *Artemia franciscana*, as an alternative source of food for *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). J. Taiwan Agric. Res. 60:300–308. (in Chinese with English abstract)

Ninkovic, V., E. Ahmed, R. Glinwood, and J. Pettersson. 2003. Effects of two types of semiochemical on population development of the bird cherry oat aphid *Rhopalosiphum padi* in a barley crop. Agric. For. Entomol. 5:27–34.

Peñaflor, M. F. and J. M. Bento. 2013. Herbivore-induced plant volatiles to enhance biological control in agriculture. Neotrop. Entomol. 42:331–343.

Peters, D., L. Wijkamp, F. van de Wetering, and R. Goldboch. 1996. Vector relations in the transmission and epidemiology of tospoviruses. Acta. Hort. 431:29–43.

Pettersson, J., J. A. Pickett, B. J. Pye, A. Quiroz, L. E. Smart, L. J. Wadhams, and C. M. Woodcock. 1994. Winter host component reduces colonization by

bird-cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (L.) (Homoptera, Aphididae), and other aphids in cereal fields. J. Chem. Ecol. 20:2565–2574.

Shin, T. C. 2011. Taiwan 24 Solar Terms and Climate: 1981–2010 Statistics. Central Weather Bureau. Taipei, Taiwan. 206 pp. (in Chinese)

Simpson, M., G. M. Gurr, A. T. Simmons, S. D. Wratten, D. G. James, G. Leeson, H. I. Nicol, and G. U. Sofia Orre-Gordon. 2011a. Attract and reward: Combining chemical ecology and habitat manipulation to enhance biological control in field crops. J. Appl. Ecol. 48:580–590.

Simpson, M., G. M. Gurr, A. T. Simmons, S. D. Wratten, D. G. James, G. Leeson, H. I. Nicol, and G. U. Sofia Orre-Gordon. 2011b. Field evaluation of the ‘attract and reward’ biological control approach in vineyards. Ann. Appl. Biol. 159:69–78.

Smith, I. M., D. G. McNamara, P. R. Scott, and M. Holderness. 1997. Quarantine pests for Europe. 2nd ed. CAB International, Wallingford, UK. 1425 pp.

Ullman, D. E., J. L. Sherwood, and T. L. German. 1997. Thrips as vectors of plant pathogens. p.539–565. *in*: Thrips as Crop Pests. (Lewis, T., ed.) CAB International. Wallingford, UK. 740 pp.

Walker, A. K. 1994. A review of the pest status and natural enemies of *Thrips palmi*. Biocontrol News Info. 15:7N–10N.

Wang, C. L. and Y. I. Chu. 1986. Review of the southern yellow thrips, *Thrips palmi* Karny. Formos. Entomol. 6:133–143. (in Chinese)

Wang, C. L. 1994. The predacious capacity of two natural enemies of *Thrips palmi* Karny, *Campylomma chinensis* Schuh (Hemiptera: Miridae) and *Orius sauteri* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). Plant Prot. Bull. 36:141–154. (in Chinese with English abstract)

Wang, C. L. 1998. Two predacious *Orius* flower bug (Hemiptera: Anthocoridae) in Taiwan. Chinese J. Entomol. 18:199–202.

Wang, C. L., P. C. Lee, and Y, J. Wu. 2002. Rearing and utilization of *Orius strigicollis* for the control of thrips. p.157–174. *in*: Proceeding of the Symposium on the Biological Control of Agricultural Insects and Mites. November 21–22, 2002. Taipei, Taiwan. Taiwan Entomol. Soc. Publ., Taipei. (in Chinese with English abstract)

Zhu, J. and K. C. Park. 2005. Methyl salicylate, a soybean aphid-induced plant volatile attractive to the predator *Coccinella septempunctata*. J. Chem. Ecol. 31:1733–1746.

Methyl Salicylate Attracts Predators and Reduces Melon Thrips (*Thrips palmi* Karny) Population (Thysanoptera: Thripidae) in Cucumber Plants

Yaw-Jen Dong[1] and Bei-Chen Hsiu[1,*]

Abstract

Dong, Y. J. and B. C. Hsiu. 2019. Methyl salicylate attracts predators and reduces melon thrips population (*Thrips palmi* Karny) (Thysanoptera: Thripidae) in cucumber plants. J. Taiwan Agric. Res. 68(2):128–136.

This study investigates the effectiveness of methyl salicylate (MeSA) to attract natural enemies and to reduce melon thrips (*Thrips palmi* Karny) population in cucumber plants. High numbers of natural enemies of melon thrips, namely, *Orius strigicollis* Poppius and *Campylomma chinensis* Schuh, were trapped on the yellow sticky paper baited with MeSA; however, levels of attraction differed with concentration and season. Significantly fewer melon thrips were found through 0.1% MeSA treatment than through imidacloprid, ethanol, water or unbaited treatments in studies conducted in winter season of 2015 and summer season of 2016. Furthermore, significantly more *O. strigicollis* and *C. chinensis* individuals were found through 0.1% MeSA treatment than through imidacloprid, ethanol, water or unbaited treatments in these two seasons. In summary, our results demonstrate that 0.1% MeSA treatment has potential to replace insecticides as a melon thrips control tool. Large-scale farmland tests are necessary to confirm the efficiency of this treatment and related conservative bio-control strategies before further use.

Key words: Cucumber, Melon thrips, Methyl salicylate, Bio-control.

Received: October 22, 2018; Accepted: November 30, 2018.
* Corresponding author, e-mail: bchen@tari.gov.tw
1 Assistant Research Fellows, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 68(2):137–147 (2019)
DOI:10.6156/JTAR.201906_68(2).0004
研究報告

培植體大小、蔗糖及活性炭對孤挺花組培苗增殖與生長之影響

陳威臣[1] 曹進義[1] 吳姿穎[2] 夏奇鈮[3,*]

摘要

陳威臣、曹進義、吳姿穎、夏奇鈮。2019。培植體大小、蔗糖及活性炭對孤挺花組培苗增殖與生長之影響。台灣農業研究 68(2):137–147。

本研究以孤挺花「台農 1 號」(*Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1') 組培苗為材料，探討培植體大小、蔗糖及活性炭濃度對組培苗生長之影響。以鱗莖直徑約 3、6、9 mm 之 4 分縱切鱗莖作為培植體進行培養，結果顯示不同大小培植體之組培苗增殖率並無顯著差異。每個 1/4 鱗莖於培養 8 wk 後，約可形成 1.1–1.3 株組培苗。此外，9 mm 處理之培植體，在 8 wk 培養後可獲得具有較大鱗莖之組培苗；然而，在延長培養時間至 12 wk 後，9 mm 與 6 mm 處理間已無顯著差異。利用鱗莖直徑約 3–5 mm 之組培苗作為培植體，進行 1.5–9.0% 蔗糖與 0–2 g L^{-1} 活性炭濃度組合之複因子試驗，結果顯示 6.0% 蔗糖配合 1.0–2.0 g L^{-1} 活性炭處理，對於增加組培苗鱗莖直徑與鮮重較為有利，分別達到 8 mm 與 1.73–1.75 g；但是當蔗糖濃度達到 9% 時，則會抑制組培苗之生長。就組培苗根數而言，在含有 6% 蔗糖搭配 0.5–2.0 g L^{-1} 活性炭條件下，可形成 8.8–9.6 條根，均較高於其他處理。就組培苗葉數而言，於 0.5–2.0 g L^{-1} 活性炭濃度下，蔗糖濃度在 1.5–6.0% 之間並無顯著差異。綜合而言，蔗糖濃度自 1.5% 提高至 6.0%，可增加組培苗之鱗莖直徑、鮮重及根數，若同時添加適量活性炭，則具有協同增效蔗糖之效果。

關鍵詞：石蒜花、四分切鱗莖、大量繁殖、發根、增效作用。

前言

孤挺花 (*Hippeastrum hybridum* Hort.) 原產熱帶中南美洲，主要分布於巴西、祕魯及墨西哥，為石蒜科 (Amaryllidaceae) 多年生鱗皮鱗莖花卉，別名石蒜花、百枝蓮及喇叭花；栽培品種之花朵碩大且色彩豔麗，更具有多樣之花型與花色，在歐、美、日等國深受消費者喜愛，廣泛應用於盆花、切花及花壇植物，台灣則多應用於庭園栽植與盆花觀賞 (De Bruyn 1997; Chen & Wang 2000; Liu 2005; Sultana *et al*. 2010; Amani *et al*. 2015)。孤挺花可利用種子、分球、雙鱗片或組織培養等方法繁殖種苗，其中雙鱗片法為目前商業生產種苗之主要方式，其缺點是病原易藉由染病種苗擴散而導致品種弱化 (Chang & Wang 1999; Shao & Shi 2008)。台灣近年來在孤挺花育種已有相當進展，陸續推出許多優良品種，但推廣初期常面臨優質種苗不敷供應，導致成效不彰的困境；植物組培技術具有繁殖倍率高、生產週期短、全年可生產等優點，對於種苗數量短缺的孤挺花新品種而言，是快速量產種苗的有效方法 (Chen *et al*. 2017, 2018)。Chen *et al*. (2017, 2018) 利用孤挺花「台農 1 號」(*H. hybridum* Hort. 'Tainung No. 1') 鱗莖為材料，成功建立微體培養繁殖方式；並藉由液態培養與添加生長

投稿日期：2018 年 10 月 18 日；接受日期：2018 年 12 月 6 日。
[*] 通訊作者：hsia@tari.gov.tw
[1] 農委會農業試驗所生物技術組助理研究員。台灣 台中市。
[2] 農委會農業試驗所生物技術組計畫助理。台灣 台中市。
[3] 農委會農業試驗所生物技術組研究員。台灣 台中市。

抑制劑-多效唑 (paclobutrazol; PBZ) 增進組培苗之鱗莖生長，然而在其養成效率上仍有改善空間。以往之孤挺花組培研究顯示，提高培養基中蔗糖濃度，可有效促進組培苗生長，而在培養基中添加活性炭 (activated charcoal) 則有助於組培苗發根 (Chang & Wang 1999; Shao & Shi 2008; Sultana *et al*. 2010)。本研究測試培養基中，蔗糖與活性炭之濃度對於孤挺花組培苗生長之影響，期能藉以提高組培苗品質，提供產業於種球量化生產之用。

材料與方法

材料來源、培養基配製及培養條件

本研究以 Chen *et al*. (2017) 建立之孤挺花「台農 1 號」(*H. hybridum* Hort. 'Tainung No. 1') 組培苗為材料進行試驗。培養基配製與培養條件均同前述報告。

培植體來源之鱗莖大小對孤挺花組培苗增殖與生長之影響

選取鱗莖直徑約 3、6、9 mm ± 1 mm 之組培苗為材料，切除葉片與根部後，將鱗莖十字縱切成 1/4 鱗莖作為培植體，培養於含有 3.0% 蔗糖、0.2 mg L^{-1} 賽苯隆 (thidiazuron; TDZ) 與 0.2 mg L^{-1} 奈乙酸 (α-naphthalene acetic acid; NAA) 之 MS (Murashige & Skoog 1962) 培養基中；培養 8 wk 與 12 wk 後，調查組培苗數、鱗莖直徑及葉長大於或等於 1 cm 之葉數。本試驗採用 4 重複，每重複接種 4 個 1/4 鱗莖培植體。

蔗糖濃度與活性炭添加對孤挺花組培苗生長之影響

選取鱗莖直徑約 2−4 mm 之組培苗為材料，切除部分葉與根 (均保留約 3 mm) 後作為培植體，培養於含有 1 mg L^{-1} 6-苄甲基腺嘌呤 (6-benzylaminopurine, BA, Sigma)、0.2 mg L^{-1} NAA，並分別添加蔗糖 (1.5、3.0、6.0 及 9.0%, w/v) 與活性炭 (0、2 g L^{-1}) 組合之 MS 培養基；培養 8 wk 後，調查組培苗之鱗莖直徑、根數及葉長大於或等於 1 cm 之葉數。本試驗採用 5 重複，每重複接種 3 個鱗莖培植體。

蔗糖與活性炭濃度組合對孤挺花組培苗生長之影響

選取鱗莖直徑約 3−5 mm 之組培苗為材料，切除部分葉與根 (均保留約 3 mm) 後作為培植體，培養於含有 1 mg L^{-1} BA、0.2 mg L^{-1} NAA，並分別添加蔗糖 (1.5、3.0、6.0 及 9.0%, w/v) 與活性炭 (0、0.5、1.0、2.0 g L^{-1}) 組合之 MS 培養基；培養 10 wk 後，調查組培苗之鱗莖直徑、鮮重、根數及葉長大於或等於 1 cm 之葉數。本試驗採用 4 重複，每重複接種 3 個鱗莖培植體。

試驗設計和統計分析

本研究之試驗均採用完全逢機設計 (completely randomized design; CRD)，試驗資料以 SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 套裝統計分析軟體進行變方分析 (analysis of variance; ANOVA)。若處理間差異顯著 ($P < 0.05$)，則利用最小顯著差異性測驗 (least significant difference test; LSD) 比較各處理平均值間之差異。

結果

培植體來源之鱗莖大小對孤挺花組培苗增殖與生長之影響

源自不同大小鱗莖之 1/4 鱗莖培植體，培養 8 wk 與 12 wk 後之結果顯示，平均每培植體分別可形成 1.1−1.3 苗與 1.3−1.4 苗，在各處理間並無顯著差異。就誘導所得組培苗之鱗莖直徑而言，在培養 8 wk 後，9 mm 處理所得鱗莖直徑可達 6 mm 為最大，顯著大於其他兩處理；然而在培養 12 wk 後，9 mm 處理雖達約 6.9 mm，與 6 mm 處理間已無顯著差異，但仍顯著大於 3 mm 處理。在誘導所得組培苗葉數方面，當培養至 8 wk 時，各處理間並無顯著差異，每苗約可形成 1.8−2.0 葉，而在培養 12 wk 後，9 mm 處理達到 3.1 葉/苗，顯著多於 3 mm 處理，但與 6 mm 處理間之差異並不顯著 (表 1)。

蔗糖濃度與活性炭添加對孤挺花組培苗生長之影響

利用鱗莖直徑約 2−4 mm 之組培苗進行蔗糖濃度與活性炭添加試驗，結果顯示對於組培苗之鱗莖直徑、根數及葉數而言，在蔗糖濃度、活性炭濃度及兩者交感效應均呈現顯著或極顯著之影響 (表 2)。當培養基不含活性炭時，組培苗之鱗莖直徑以 1.5% 與 3% 蔗糖處理較大，分別達 5.5 mm 與 5.6 mm，根數以 3% 蔗糖處理之 6.2 條，顯著多於其他處理，葉數以 1.5% 與 3.0% 蔗糖處理之 2.0 葉較多 (表 2)。當培養基含有 2 g L^{-1} 活性炭時，組培苗之鱗莖直徑與根數方面，以 3−9% 蔗糖處理之鱗莖直徑達 6.3−7.1 mm，顯著大於 1.5% 處理，根數以 3.0% 與 6.0% 蔗糖處理之 6.8 條與 7.1 條，顯著大於 1.5% 與 9.0% 處理；而葉數以 1.5% 與 3.0% 蔗糖處理之 2.4 葉與 2.1 葉較高，但隨著蔗糖濃度增加而逐漸減少 (表 2)。此外，在培養基含有 2 g L^{-1} 活性炭條件下，1.5、3.0、6.0 及 9.0% 蔗糖處理所得組培苗鮮重，依序為 0.71 g ± 0.07 g、0.98 g ± 0.19 g、0.97 g ± 0.20 g 及 0.65 g ± 0.19 g，顯示 3.0% 與 6.0% 處理較高於 1.5% 與 9.0% 處理。

蔗糖與活性炭濃度組合對孤挺花組培苗生長之影響

利用鱗莖直徑約 3−5 mm 之組培苗進行蔗糖與活性炭濃度組合之複因子試驗，結果顯示此兩因子及其交感效應對組培苗之鱗莖直徑、鮮重、根數及葉數均有顯著之影響。就鱗莖直徑而言，當培養基未添加活性炭時，隨著蔗糖濃度自 1.5% 增至 6.0% 時可達最大直徑，雖可顯著大於 1.5% 處理，但與 3.0% 與 9.0% 處理間並無顯著差異；當培養基含有 0.5−2.0 g L^{-1} 活性炭時，隨著蔗糖濃度自 1.5% 增至 6.0% 時亦可達最大鱗莖，但濃度提高至 9.0% 時之鱗莖則變小 (表 3)。就活性炭濃度影響而言，在 1.5% 蔗糖濃度條件下，以 1.0 g L^{-1} 處理顯著大於 0 與 0.5 g L^{-1} 處理，但與 2.0 g L^{-1} 處理間並無顯著差異，當蔗糖濃度提高至 3.0% 時，以 2.0 g L^{-1} 處理顯著大於 0−1.0 g L^{-1} 處理，但是當蔗糖濃度提高至 6.0% 與 9.0% 時，則搭配 0.5−2.0 g L^{-1} 活性炭處理可得具有最大鱗莖之組培苗，且均顯著大於未添加活性炭處理。其中，以 6.0% 蔗糖配合 1.0 或 2.0 g L^{-1} 活性炭處理，培養 10 wk 後可得具有較大鱗莖直徑之組培苗 (表 3)。

對於組培苗鮮重而言，結果顯示無論培養基是否含有活性炭，鮮重皆隨著蔗糖濃度提高至 6.0% 可達最大鮮重，但當濃度達到 9.0% 時，則鮮重顯著降低 (表 4)。此外，在參試蔗糖濃度條件下，添加活性炭皆可增加組培苗鮮

表 1.　培植體來源之鱗莖大小對孤挺花「台農 1 號」組培苗增殖與生長之影響。

Table 1. Effect of size of bulb used as the sources of explant on *in vitro* plantlet proliferation and growth in *Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1'[z].

Size diameter of bulb used as the source of explant (mm)	Culture duration	No. of plantlets/explant	Bulb diameter of plantlet (mm)	No. of leaves/plantlet
3	8	1.1 ± 0.3 a[y]	5.3 ± 0.8 b	2.0 ± 0.2 a
6	8	1.3 ± 0.2 a	5.3 ± 0.6 b	1.8 ± 0.1 a
9	8	1.2 ± 0.2 a	6.0 ± 0.4 a	2.0 ± 0.2 a
3	12	1.3 ± 0.4 a	5.6 ± 0.8 b	2.4 ± 0.7 b
6	12	1.4 ± 0.2 a	6.1 ± 0.7 ab	2.7 ± 0.5 ab
9	12	1.3 ± 0.3 a	6.9 ± 1.1 a	3.1 ± 0.7 a

[z] Explants (one-quarter bulb) derived from *in vitro* plantlets with various diameter of bulbs (about 3, 6, and 9 mm) were cultured on MS medium containing 3.0% sucrose, 0.2 mg L^{-1} thidiazuron (TDZ) and 0.2 mg L^{-1} α-naphthalene acetic acid (NAA) for 8 and 12 wk of culture. Each treatment had four replicates, and four explants were used in each replicate. Leaf length shorter than 1 cm was not recorded.

[y] Means (standard error of the means) in the same column within same data collection date followed by different letters are significantly different at the 5% level by least significant difference (LSD) test.

表 **2.** 蔗糖濃度與活性炭添加對孤挺花「台農 1 號」組培苗生長之影響。

Table 2. Effect of sucrose concentrations of medium with or without activated charcoal on *in vitro* plantlet growth in *Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1'[z].

Sucrose (%)	Activated charcoal (g L^{-1})	Bulb diameter of plantlet (mm)	No. of roots/plantlet	No. of leaves/plantlet
1.5	0	5.5 ± 0.2 c[y]	3.3 ± 0.3 c	2.0 ± 0.1 b
3.0		5.6 ± 0.1 c	6.2 ± 0.4 ab	2.0 ± 0.1 b
6.0		4.8 ± 0.1 de	2.5 ± 0.2 cd	1.6 ± 0.1 c
9.0		4.3 ± 0.1 e	2.2 ± 0.2 d	0.5 ± 0.1 d
1.5	2	5.2 ± 0.3 cd	5.2 ± 1.3 b	2.4 ± 0.2 a
3.0		6.3 ± 0.5 b	6.8 ± 1.1 a	2.1 ± 0.2 ab
6.0		7.1 ± 0.9 a	7.1 ± 0.2 a	1.8 ± 0.2 bc
9.0		6.5 ± 0.9 ab	5.8 ± 1.0 b	1.5 ± 0.4 c
Source		*F*-test[x]		
Sucrose		*	***	***
Activated charcoal		***	***	***
Sucrose × Activated charcoal		***	***	***

[z] *In vitro* bulb explants (about 2–4 mm in diameter) were cultured on MS medium containing 1 mg L^{-1} 6-benzylaminopurine (BA) and 0.1 mg L^{-1} α-naphthalene acetic acid (NAA) with various sucrose concentrations and combined with or without activated charcoal for 8 wk of culture. Each treatment had five replicates, and 3 explants were used in each replicate. Leaf length shorter than 1 cm was not recorded.

[y] Means (standard error of the means) in the same column followed by different letters are significantly different at the 5% level by least significant difference (LSD) test.

[x] *F*-test of ANOVA. *, ** and ***, are significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

表 **3.** 蔗糖與活性炭濃度組合對孤挺花「台農 1 號」組培苗鱗莖生長之影響。

Table 3. Effect of sucrose and activated charcoal on bulb growth of *in vitro* plantlet in *Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1'[z].

	Bulb diameter of plantlet (mm)			
	Activated charcoal (g L^{-1})			
Sucrose (%)	0	0.5	1	2
1.5	4.2 ± 0.1 b B[y]	4.2 ± 0.1 c B	4.7 ± 0.5 d A	4.6 ± 0.3 c AB
3.0	4.7 ± 0.3 a C	5.6 ± 0.5 b B	5.8 ± 0.3 c B	6.8 ± 0.8 b A
6.0	4.8 ± 0.4 a B	7.4 ± 0.9 a A	8.0 ± 0.4 a A	8.0 ± 0.2 a A
9.0	4.5 ± 0.1 ab B	6.5 ± 0.6 ab A	6.6 ± 0.4 b A	6.8 ± 0.4 b A
Source		*F*-test[x]		
Sucrose		***		
Activated charcoal		***		
Sucrose × Activated charcoal		***		

[z] *In vitro* explants (about 3–5 mm in bulb diameter) were cultured on MS medium containing 1 mg L^{-1} 6-benzylaminopurine (BA) and 0.1 mg L^{-1} α-naphthalene acetic acid (NAA) in combination with various concentrations of sucrose and activated charcoal (AC) for 10 wk of culture. Each treatment had four replicates, and three explants were used in each replicate.

[y] Means (standard error of the mean) within the same column (in small letter) and within the same row (in capital letter) followed by different letters are significantly different at the 5% level by least significant difference (LSD) test.

[x] *F*-test of ANOVA. ns, non-significant; *, ** and ***, are significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

重。其中，以 6.0% 蔗糖搭配 1.0 或 2.0 g L^{-1} 活性炭處理，培養 10 wk 後之組培苗鮮重可達 1.75 g 與 1.73 g 為最高 (表 4)。

對組培苗根數而言，當培養基未添加活性炭時，蔗糖濃度為 3.0−6.0% 時顯著多於 1.5% 與 9.0% 處理，而在 0.5 g L^{-1} 活性炭條件下，

表 4. 蔗糖與活性炭濃度組合對孤挺花「台農 1 號」組培苗鮮重之影響。

Table 4. Effect of sucrose and activated charcoal on fresh weight of *in vitro* plantlet in *Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1'[z].

	Fresh weight of plantlet (g)			
	Activated charcoal (g L^{-1})			
Sucrose (%)	0	0.5	1	2
1.5	0.32 ± 0.05 a C[y]	0.62 ± 0.08 b B	0.74 ± 0.05 c AB	0.75 ± 0.13 b A
3.0	0.35 ± 0.02 a B	1.27 ± 0.21 a A	1.29 ± 0.29 b A	1.54 ± 0.20 a A
6.0	0.36 ± 0.09 a C	1.34 ± 0.23 a B	1.75 ± 0.16 a A	1.73 ± 0.15 a A
9.0	0.22 ± 0.04 b C	0.70 ± 0.06 b B	0.88 ± 0.17 c A	0.75 ± 0.05 b A
Source		*F*-test[x]		
Sucrose		***		
Activated charcoal		***		
Sucrose × Activated charcoal		***		

[z] *In vitro* explants (about 3−5 mm in bulb diameter) were cultured on MS medium containing 1 mg L^{-1} 6-benzylaminopurine (BA) and 0.1 mg L^{-1} α-naphthalene acetic acid (NAA) in combination with various concentrations of sucrose and activated charcoal (AC) for 10 wk of culture. Each treatment had four replicates, and three explants were used in each replicate.

[y] Means (standard error of the mean) within the same column (in small letter) and within the same row (in capital letter) followed by different letters are significantly different at the 5% level by least significant difference (LSD) test.

[x] *F*-test of ANOVA. ns, non-significant; *, ** and ***, are significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

3.0% 或 6.0% 蔗糖處理達 9.0 與 9.6 條根為最多，亦顯著多於其餘處理，而在 1.0−2.0 g L^{-1} 活性炭處理時，則均以 6% 處理顯著多於其餘處理。當 3% 蔗糖處理時，以搭配 0.5 g L^{-1} 活性炭可達 9.0 條根為最多，而 6% 蔗糖處理條件下，則是以搭配 0.5−2.0 g L^{-1} 活性炭之處理具有最多根數，每苗可形成約 8.8−9.6 條根。此外，在所有蔗糖濃度下，當活性炭濃度高於 0.5 g L^{-1} 之後，根數隨著濃度增加而減少 (表 5)。

對組培苗葉數而言，當培養基未添加活性炭時，1.5% 蔗糖處理顯著多於 6.0% 與 9.0% 處理，但與 3.0% 處理間並無顯著差異；而在 0.5−2.0 g L^{-1} 活性炭處理下，1.5−6.0% 蔗糖濃度處理間差異並不顯著，但當濃度提高至 9.0% 時則顯著降低。在 1.5% 蔗糖處理條件下，培養基添加活性炭並無法增加葉數，但在 3.0−9.0% 蔗糖處理時，添加 0.5−2.0 g L^{-1} 活性炭之影響雖不明顯，各處理具有相近葉數，但是均顯著高於未加活性炭處理 (表 6)。圖 1 為不同蔗糖與活性炭濃度組合條件下，組培苗於培養 10 wk 後之生長與發根情形，圖中顯示添加活性炭可明顯促進組培苗生長與發根，其中以 3.0% 與 6.0% 蔗糖處理具有較大促進效果。此外，葉長與根長調查結果均顯示，添加 0.5−2.0 g L^{-1} 活性炭可明顯促進組培苗之葉長與根長，但在活性炭處理間則無顯著差異。

討論

Chen *et al*. (2017) 於孤挺花研究結果顯示，組培苗增殖效率受到鱗莖切法的影響。若以單一鱗莖為計算基準，則 4 分縱切較 2 分縱切可得較多組培苗，但組培苗之鱗莖大小則以 2 分縱切處理者較大。Dal Vesco *et al*. (2001) 於鳳梨 (*Ananas comosus*) 組培研究結果指出，3−4 mm 培植體相較於 1−2 mm 與 2−3 mm培植體，對於組培苗之生長較為有利。上述研究結果均顯示，使用較大之培植體對組培苗後續之生長與增重較為有利。然而，萱草 (*Hemerocallis* spp.) (Chen *et al*. 2005)、海棗 (*Phoenix dactylifera*) (Mazri 2013) 及朝鮮薊 (*Cynara cardunculus*) (El Boullani *et al*. 2017) 之研究則指出各個組培階段皆有其適當大小之培植體，過大或太小之培植體均不利於組培苗生長。本研究結果顯示，培植體來源之鱗莖大小對孤挺花「台農 1 號」('Tainung No. 1') 組培苗增殖並無顯著影響，但會顯著影響組培鱗莖

表 5. 蔗糖與活性炭濃度組合對孤挺花「台農 1 號」組培苗根數之影響。

Table 5. Effect of sucrose and activated charcoal on root number of *in vitro* plantlet in *Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1'[z].

	No. of roots/plantlet			
	Activated charcoal (g L^{-1})			
Sucrose (%)	0	0.5	1	2
1.5	1.8 ± 0.5 b C[y]	5.3 ± 1.6 b A	4.1 ± 0.3 c AB	3.1 ± 1.0 d BC
3.0	3.1 ± 1.3 a C	9.0 ± 1.1 a A	6.8 ± 1.3 b B	7.1 ± 0.8 b B
6.0	3.8 ± 0.4 a B	9.6 ± 1.7 a A	9.4 ± 0.6 a A	8.8 ± 0.4 a A
9.0	1.3 ± 0.5 b C	6.3 ± 0.6 b A	6.1 ± 0.7 b AB	5.0 ± 1.0 c B
Source		*F*-test[x]		
Sucrose		***		
Activated charcoal		***		
Sucrose × Activated charcoal		**		

[z] *In vitro* explants (about 3–5 mm in bulb diameter) were cultured on MS medium containing 1 mg L^{-1} 6-benzylaminopurine (BA) and 0.1 mg L^{-1} α-naphthalene acetic acid (NAA) in combination with various concentrations of sucrose and activated charcoal (AC) for 10 wk of culture. Each treatment had four replicates, and three explants were used in each replicate.

[y] Means (standard error of the mean) within the same column (in small letter) and within the same row (in capital letter) followed by different letters are significantly different at the 5% level by least significant difference (LSD) test.

[x] *F*-test of ANOVA. ns, non-significant; *, ** and ***, are significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

表 6. 蔗糖與活性炭濃度組合對孤挺花「台農 1 號」組培苗葉數之影響。

Table 6. Effect of sucrose and activated charcoal on leaf number of *in vitro* plantlet in *Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1'[z].

	No. of leaves/plantlet[y]			
	Activated charcoal (g L^{-1})			
Sucrose (%)	0	0.5	1	2
1.5	2.3 ± 0.2 a A[x]	2.3 ± 0.3 a A	2.3 ± 0.3 ab A	2.5 ± 0.4 a A
3.0	2.0 ± 0.0 ab B	2.6 ± 0.5 a A	2.4 ± 0.5 a AB	2.3 ± 0.2 ab AB
6.0	1.8 ± 0.2 b B	2.4 ± 0.5 a A	2.5 ± 0.1 a A	2.5 ± 0.4 a A
9.0	0.7 ± 0.3 c B	1.6 ± 0.4 b A	1.8 ± 0.3 b A	1.9 ± 0.2 b A
Source		*F*-test[w]		
Sucrose		***		
Activated charcoal		***		
Sucrose × Activated charcoal		*		

[z] *In vitro* explants (about 3–5 mm in bulb diameter) were cultured on MS medium containing 1 mg L^{-1} 6-benzylaminopurine (BA) and 0.1 mg L^{-1} α-naphthalene acetic acid (NAA) in combination with various concentrations of sucrose and activated charcoal (AC) for 10 wk of culture. Each treatment had four replicates, and three explants were used in each replicate.

[y] Leaf length shorter than 1 cm was not recorded.

[x] Means (standard error of the mean) within the same column (in small letter) and within the same row (in capital letter) followed by different letters are significantly different at the 5% level by least significant difference (LSD) test.

[w] *F*-test of ANOVA. ns, non-significant; *, ** and ***, are significant at 5%, 1% and 0.1% level, respectively.

之生長。同樣以 1/4 鱗莖作為培植體，若培植體來自 9 mm 之較大鱗莖，則培養 8 wk 後可達到最大鱗莖，但此優勢在時間延長至 12 wk 後則消失；此外，組培苗葉數雖然在培養 8 wk 後並無顯著差異，但在延長至 12 wk 後，則源自 6 與 9 mm 培植體之組培苗具有較多葉片 (表 1)。根據本研究結果推論，若時間非為限制因子時，可利用較小培植體進行培養，但

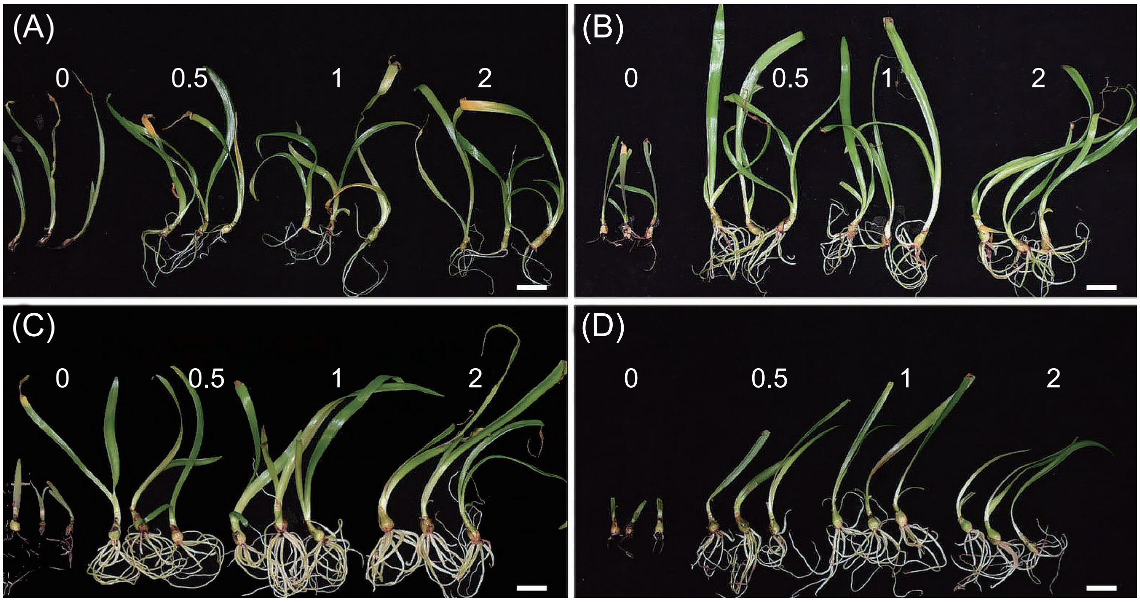

圖 1. 孤挺花「台農 1 號」組培苗培養於含有不同蔗糖與活性炭濃度組合培養基 10 wk 後之生長情形。以鱗莖直徑約 3−5 mm 之組培苗培養於含有 1.0 mg L^{-1} 苯甲基腺嘌呤 (6-benzyl-aminopurine; BA)、0.1 mg L^{-1} 萘乙酸 (α-naphthalene acetic acid; NAA)，並分別添加 1.5、3.0、6.0、9.0% 蔗糖濃度 (A、B、C、D) 與 0、0.5、1.0、2.0 g L^{-1} 活性炭濃度 (標示於圖中) 組合之 MS 培養基中，培養達 10 wk 時組培苗之生長與發根情形。Bar = 2 cm。

Fig. 1. The growth situation of *Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1' plantlets while in vitro plantlets cultured on the medium containing various concentrations of sucrose and activated carbon for 10 wk of culture. *In vitro* plantlets with 3−5 mm bulb diameter were cultured on MS medium containing 1 mg L^{-1} 6-benzylaminopurine (BA) and 0.1 mg L^{-1} α-naphthalene acetic acid (NAA) with additional various concentrations of 1.5, 3.0, 6.0, 9.0 g L^{-1} sucrose (A, B, C, D) and 0, 0.5, 1.0, 2.0 g L^{-1} activated charcoal (marked in picture) for 10 wk of culture. Bars = 2 cm.

時間如果是限制因子時，則建議使用較大培植體，預期能夠在較短時間內獲得較大鱗莖之組培苗。

在培養基沒有添加活性炭之條件下，孤挺花「紅獅」研究結果顯示，3.0% 與 5.0% 蔗糖處理相較於無糖或 1.0% 蔗糖處理，可顯著促進組培苗之生長 (Chang & Wang 1999)。孤挺花「橙色君主」('Orange Sovereign') 研究結果顯示，蔗糖濃度提高至 4.5% 與 6.0%，較 3.0% 處理可顯著增加鱗莖鮮重 (Shao & Shi 2008)。垂筒花 (*Cyrtanthus loddigesianus* 與 *C. speciosus*) (Angulo *et al*. 2003) 與垂筒花雜交種 (*C*. 'Orange Gem' × *C. eucallus*) (Hong & Lee 2012) 也有相類似結果，亦即提高蔗糖濃度可增加鱗莖之鮮重與直徑。Chen & Wang (2000) 於孤挺花「紅獅」之研究指出，3.0−4.0% 蔗糖處理相較於 1.0−2.0% 或 6.0−8.0% 處理，對鱗莖生長具有較佳之促進效果。Sultana *et al*. (2010) 於孤挺花研究指出，在 3.0−11.0% 蔗糖濃度處理條件下，以 9.0% 處理可獲得最高鱗莖鮮重，顯著大於較低或更高濃度之蔗糖處理。垂筒花 (*C. clavatus* 與 *C. spiralis*) (Morán *et al*. 2003)、長柄石蒜 (*Lycoris longitube*) (Wang *et al*. 2005)、石蒜 (*Lycoris* Herb.) (Lin & Chang 2015) 及水仙 (*Narcissus* 'St. Keverne' 與 *N*. 'Hawera') (Staikidou *et al*. 2005) 等研究也有類似結果，亦即適度提高蔗糖濃度可促使組培苗增重，但濃度過高時則不利於鮮重增加。Nagaraju *et al*. (2002) 利用唐菖蒲 (*Gladiolus*) 組培苗為材料，探討 3.0−12.0% 蔗糖處理對組培苗生長之影響，結果顯示 9% 蔗糖對組培球莖 (cormel) 鮮重之促進效果最佳，6.0−12.0% 蔗糖較有利於組培球莖鮮重，3.0−9.0% 蔗糖有助於葉長增加，而 12.0% 蔗糖對根部伸長效果

最好，顯示組培苗各器官生長皆有其最適當之蔗糖濃度。Ptak (2014) 於鈴蘭水仙 (*Leucojum aestivum*) 研究也顯示，雖然 9.0% 蔗糖處理之鱗莖鮮重顯著大於 3.0% 與 6.0% 處理，但葉數卻顯著較少。本研究利用鱗莖直徑約 2−4 mm 組培苗進行試驗，結果顯示當培養基不含活性炭時，組培苗之鱗莖直徑、根數及葉數，皆以 1.5% 與 3.0% 蔗糖處理優於 6.0% 與 9.0% 處理 (表 2)，此部分與上述研究結果並不完全一致；但是當培養基中添加 2.0 g L^{-1} 活性炭時，則提高蔗糖濃度對其生長具有顯著之增效作用 (synergistic effect)，其中以對鱗莖直徑與根數之促進效果最明顯，但是當蔗糖濃度提高至 9.0% 時，則對組培苗生長產生不利影響 (表 2)，此一結果則與上述研究結果顯示相同趨勢。

水仙屬植物 (*Narcissus*) (Staikidou *et al*. 2005) 與穿龍薯蕷 (*Dioscorea nipponica*) (Chen *et al*. 2007) 研究指出，培養基含有適量蔗糖不僅可提供培植體之碳源需求，更可維持適當之培養基滲透勢 (osmotic potential)，藉以促進培植體的良好生長。然而當蔗糖濃度過高時，則可能因培養基滲透勢過低而抑制培植體生長。台灣金線連 (*Anoectochilus formosanus*) 研究結果顯示，組培苗各發育階段皆有其適當蔗糖濃度，濃度過高將抑制組培苗生長，此結果可能是培養基水勢 (water potential) 過低所造成 (Ket *et al*. 2004)。Yassen *et al*. (2013) 於碳源功效評論報告指出，培養基含高蔗糖濃度會降低其滲透勢，導致培植體生長受缺水限制。Varshney *et al*. (2000) 於亞洲百合雜種系 (Asiatic hybrids) 研究結果顯示，6.0% 蔗糖處理具有最佳鱗莖直徑與鮮乾重累積，但是當蔗糖濃度提高至 9.0−15.0% 時，則會抑制組培苗生長。然而，較大培植體對高蔗糖濃度之承受力較佳，因此可有較佳之增重效果。本研究分別在兩個不同試驗中，利用不同鱗莖大小之組培苗進行蔗糖濃度試驗，結果顯示鱗莖直徑約 3−5 mm 組培苗在培養基不含活性炭條件下，6.0% 蔗糖並不會抑制組培苗生長 (表 3、表 4)；但以鱗莖直徑約 2−4 mm 組培苗進行試驗結果卻顯示，在不含活性炭條件下，6.0% 蔗糖濃度並不利於組培苗鱗莖增大 (表 2)；兩試驗中組培苗對於蔗糖濃度反應差異之原因，推測可能是 3−5 mm 鱗莖相對於 2−4 mm 鱗莖對於高蔗糖濃度之耐受力較佳，較能承受培養基之水分逆境。因此，在較高 6% 蔗糖條件下，可獲得具有較大鱗莖直徑且較重之組培苗。此外，兩試驗中未含活性炭對照組之組培苗根數差異較大，2−4 mm 鱗莖試驗所得組培苗根數達 2.2−6.2 條根，而 3−5 mm 鱗莖試驗所得組培苗根數僅 1.3−3.8 條根 (表 2、表 5)；雖然於不同試驗之相同處理，在根數上具有差異，但 2−4 mm 鱗莖試驗係以 3% 處理所得組培苗具有較多根數 (表 2)。而 3−5 mm 鱗莖試驗，則是以 3% 與 6% 處理之組培苗根數較多 (表 5)。兩試驗間仍具有相同之趨勢，且同樣有較大鱗莖具有較佳高蔗糖耐受性之情形，此差異不排除係不同試驗在批次材料間之生物性誤差所導致。

Chang & Wang (1999) 於孤挺花「紅獅」研究結果指出，雙鱗片培植體培養於含有 3% 蔗糖之 1/2 MS 培養基時，添加 3 g L^{-1} 活性炭可促進組培苗鮮重、鱗莖直徑、葉數及根數的增加。Thomas (2008) 評論報告指出，藉由在培養基中添加活性炭吸附生長抑制物質，具有顯著促進組培苗生長之效果。鋸棕櫚 (*Serenoa repens*) (Gallo-Meagher & Green 2002)、台灣金線連 (Ket *et al*. 2004) 及萱草 (Chen *et al*. 2005) 等研究均有相類似結果，亦即培養基中添加活性炭可促進組培苗之生長與發根。Staikidou *et al*. (2006) 於雪花蓮 (*Galanthus nivalis*、*G. nivalis* 'Flore Pleno' 及 *G. elwesii*) 研究結果顯示，培養基中若同時添加蔗糖與活性炭，對鱗莖生長具有協同促進效果。本研究於蔗糖與活性炭之複因子試驗結果顯示，在 1.5−9.0% 蔗糖濃度條件下，添加 0.5−2.0 g L^{-1} 活性炭對於蔗糖具有增效作用，可有效提升組培苗之鱗莖直徑、鮮重及根數。然而，培養基中添加活性炭可改善高蔗糖濃度抑制生長之原因，是否為活性炭吸附培養基內之生長抑制物質，抑或是改變植物生長調節劑平衡所造成，必須藉由進一步研究加以釐清。

本研究利用孤挺花「台農 1 號」鱗莖直徑

約 3、6、9 mm 之組培苗進行試驗，結果顯示培植體來源之鱗莖大小不會影響增殖效率，但培植體若是來自 9 mm 之較大鱗莖，則於 8 wk 之較短培養時間內，可獲得具有較大鱗莖之組培苗。但在培養時間延長至 12 wk 後，則源自 6 與 9 mm 鱗莖之培植體表現差異即不顯著；培養基中添加 1.0 與 2.0 g L^{-1} 活性炭，可提升蔗糖對組培苗生長之促進效果，其中當蔗糖濃度為 6.0% 時，可獲得具有較大鱗莖直徑、鮮重及根數之組培苗。

誌謝

本文稿承行政院農業委員會農業試驗所花卉研究中心蔡嫺婷博士協助審閱，特此申謝。

引用文獻

Amani, S. H., H. Zarei, A. Mottallebi Azar, and K. Mashayekhi. 2015. Micropropagation of *Hippeastrum hybridum*. Cumhuriyet Univ. Faculty Sci. Sci. J. 36:594–605.

Angulo, M. E., R. Colque, F. Viladomat, J. Bastida, and C. Codina. 2003. *In vitro* production of bulblets of *Cyrtanthus loddigesianus* and *Cyrtanthus speciosus*. J. Hort. Sci. Biotechnol. 78:441−446.

Chang, S. T. and T. Y. Wang. 1999. Study on twin-scaling of *Hippeastrum hybridum* Hort. *in vitro*. Bull. Taoyuan Dist. Agric. Improve. Sta. 37:29–37. (in Chinese with English abstract)

Chen, T. C. and T. Y. Wang. 2000. Effect of salt strength and sucrose concentration on bulblet growth of *Hippeastrum hybridum* Hort. *in vitro*. Hort. NCHU 25:83–93. (in Chinese with English abstract)

Chen, J. X., D. E. Hall, and V. De Luca. 2005. Effects of the growth retardant paclobutrazol on large-scale micropropagation of daylily (*Hemerocallis* spp.). In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant 41:58−62.

Chen, F. Q., Y. Fu, D. L. Wang, X. Gao, and L. Wang. 2007. The effect of plant growth regulators and sucrose on the micropropagation and microtuberization of *Dioscorea nipponica* Makino. J. Plant Growth Regul. 26:38–45.

Chen, U. C., I. Din, T. Y. Wu, J. Y. Tsao, and C. N. Hsia. 2017. Effect of surface disinfection, explant type, and plant growth regulators on establishment of *in vitro* bulblet proliferation of Amaryllis. J. Taiwan Agric. Res. 66:286–297. (in Chinese with English abstract)

Chen, U. C., T. Y. Wu, J. Y. Tsao, and C. N. Hsia. 2018. Effects of two-stage culture and paclobutrazol on *in vitro* bulblet growth and rooting of *Hippeastrum hybridum*. J. Taiwan Agric. Res. 67:44–53. (in Chinese with English abstract)

Dal Vesco, L. L., A. de Almeida Pinto, G. R. Zaffari, R. O. Nodari, M. S. dos Reis, and M. P. Guerra. 2001. Improving pineapple micropropagation protocol through explant size and medium composition manipulation. Fruits 56:143−154.

De Bruyn, M. H. 1997. Micropropagation of Amaryllis (*Hippeastrum hybridum*). p.3–13. *in*: Biotechnology in Agriculture and Forestry. Vol. 40. High-Tech and Micropropagation VI (Bajaj, Y. P. S., ed.) Springer. New York. 397 pp.

El Boullani, R., K. Lagram, A. El Mousadik, and M. A. Serghini. 2017. Effect of explants density and size on the *in vitro* proliferation and growth of separated shoots of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. scolymus L.). J. Mater. Environ. Sci. 7:2469−2473.

Gallo-Meagher, M. and J. Green. 2002. Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature embryos of saw palmetto, an important landscape and medicinal plant. Plant Cell Tissue Organ Cult. 68:253–256.

Hong, J. and A. K. Lee. 2012. Micropropagation of *Cyrtanthus* 'Orange Gem' × *C. eucallus* hybrid. Sci. Hortic. 142:174–179.

Ket, N. V., E. J. Hahn, S. Y. Park, D. Chakrabarty, and K. Y. Paek. 2004. Micropropagation of an endangered orchid *Anoectochilus formosanus*. Biol. Plant. 48:339–344.

Lin, Y. W. and C. Chang. 2015. A review of propagation literature in *Lycoris*. Seed Nur. 17:33−46. (in Chinese with English abstract)

Liu, M. C. 2005. *Amaryllis*. p.761−764. *in*: Taiwan Agriculture Encyclopedia, Crop Edition 2. 3rd ed. (Hung, J. H., T. D. Fan, and L. N. Lin, eds.) Council of Agriculture. Taipei, Taiwan. 926 pp. (in Chinese)

Mazri, M. A. 2013. Effect of basal medium, explants size and density on the *in vitro* proliferation and growth of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar '16-bis'. Not. Sci. Biol. 5:332−337.

Morán, G., P. R. Colque, F. Viladomat, J. Bastida, and C. Codina. 2003. Mass propagation of *Cyrtanthus clavatus* and *Cyrtanthus spiralis* using liquid medium culture. Sci. Hortic. 98:49−60.

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assay with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15:473–497.

Nagaraju, V., G. Bhowmik, and V. A. Parthasarathy. 2002. Effect of paclobutrazol and sucrose on *in vitro*

cormel formation in gladiolus. Acta Bot. Croat. 61:27–33.

Ptak, A. 2014. *Leucojum aestivum* L. *in vitro* bulbs induction and acclimatization. Cent. Eur. J. Biol. 9:1011−1021.

Shao, S. J. and Y. M. Shi. 2008. *In vitro* micro-propagation from *Hippeastrum*'s little aseptic bulb and its effecting factors. J. Shanghai Jiaotong Univ. (Agric. Sci.) 26:5–8. (in Chinese with English abstract)

Staikidou, I., S. Watson, B. M. R. Harvey, and C. Selby. 2005. *Narcissus* bulblet formation *in vitro*: Effects of carbohydrate type and osmolality of the culture medium. Plant Cell Tissue Organ Cult. 80:313−320.

Staikidou, I., C. Selby, and G. Hanks. 2006. Stimulation of *in vitro* bulblet growth in *Galanthus* species with sucrose and activated charcoal. Acta Hortic. 725:421−426.

Sultana, J., N. Sultana, M. N. A. Siddique, A. K. M. A. Islam, M. M. Hossain, and T. Hossain. 2010. *In vitro* bulb production in Hippeastrum (*Hippeastrum hybridum*). J. Cent. Eur. Agric. 11:469–474.

Thomas, T. D. 2008. The role of activated charcoal in plant tissue culture. Biotechnol. Adv. 26:618–631.

Varshney, A., V. Dhawan, and P. S. Srivastava. 2000. A protocol for *in vitro* mass propagation of Asiatic hybrids of lily through liquid stationary culture. *In Vitro* Cell. Dev. Biol. Plant 36:383−391.

Wang, G. P., Y. Chen, J. Zhou, L. Zhang, and M. R. Huang. 2005. Bulb induction and plant regeneration of *Lycoris longituba*. Plant Physiol. Commun. 41:457−460. (in Chinese with English abstract)

Yassen, M., T. Ahmad., G. Sablok. A. Standardi, and I. A. Hafiz. 2013. Review: Role of carbon sources for *in vitro* plant growth and development. Mol. Biol. Rep. 40:2837−2849.

Effect of Explant Size, Sucrose and Activated Charcoal on *In Vitro* Plantlet Proliferation and Growth in Amaryllis

Uei-Chern Chen[1], Jhin-Yi Tsao[1], Tzu-Ying Wu[2], and Chi-Ni Hsia[3,*]

Abstract

Chen, U. C., J. Y. Tsao, T. Y. Wu, and C. N. Hsia. 2019. Effect of explant size, sucrose and activated charcoal on *in vitro* plantlet proliferation and growth in amaryllis. J. Taiwan Agric. Res. 68(2):137–147.

Factors of explant size, concentration of sucrose and activated charcoal in the culture medium were investigated on *in vitro* growth of *Hippeastrum hybridum* Hort. 'Tainung No. 1' plantlet in this study. One-quarter vertical cut bulb explants derived from 3, 6 and 9 mm diameters of bulb were evaluated after 8 wk and 12 wk of culture. Proliferation rate of 1.1−1.3 plantlets per one-quarter bulb explant was obtained after 8 wk of culture, and no significant difference was found among all treatments. Furthermore, plantlets with larger bulb were obtained from explants derived from explants of 9 mm treatment. However, no significant difference on bulb diameter of 6 mm and 9 mm treatments was found after extending culture time to 12 wk of culture. A factorial experiment using 1.5−9.0% sucrose in combination with 0−2.0 g L^{-1} activated charcoal was conducted using explants derived from plantlets with 3−5 mm diameter of bulb. The better results were obtained from 6% sucrose in combination with 1.0−2.0 g L^{-1} activated charcoal on increase of bulb diameter and fresh weight which were 8.0 mm bulb diameter and 1.73−1.75 g fresh weight per plantlet, respectively. It was also found that growth of plantlets was inhibited in the medium containing 9.0% sucrose. In terms of the root number of plantlet, the best results of 8.8−9.6 roots per plantlet were obtained from 6.0% sucrose in combination with 0.5−2.0 g L^{-1} activated charcoal, and higher than the other treatments. For the leaf number of plantlet, no significant difference was found by using 1.5−6.0% sucrose in combination with 0.5−2.0 g L^{-1} activated charcoal. In summary, raising sucrose concentration from 1.5% to 6.0% would increase bulb diameter, fresh weight and root number of plantlet, and adding proper concentration of activated charcoal would has a synergistic effect with sucrose.

Key words: *Hippeastrum hybridum* Hort., One-quarter bulb, Masspropagation, Rooting, Synergistic effect.

Received: October 18, 2018; Accepted: December 6, 2018.
* Corresponding author, e-mail: hsia@tari.gov.tw
[1] Assistant Research Fellows, Biotechnology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.
[2] Project Assistant, Biotechnology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.
[3] Research Fellow, Biotechnology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 68(2):148–164 (2019)
DOI:10.6156/JTAR.201906_68(2).0005

研究報告

稉稻新品種「台農 81 號」之育成

吳永培[1] 廖大經[1] 邱志浩[2] 周思儀[2,*]

摘要

吳永培、廖大經、邱志浩、周思儀。2019。稉稻新品種「台農 81 號」之育成。台灣農業研究 68(2):148–164。

稻米為國人主食，為因應進口米之衝擊與配合消費趨勢，開發品質與產量兼具且耐抗病蟲害等逆境之水稻新品種，乃為當前育種改良的主要目標之一。「台農 81 號」原品系名稱為嘉農育 981027 號，係行政院農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所於 2006 年第 1 期作以良質米品種「台稉 2 號」為母本，與具有抗病蟲、株型佳且耐倒伏等特性之品系嘉農育 902036 號進行雜交，採譜系法進行後代分離選拔之品系。歷經 5 個世代，於 2009 年第 1 期作選出嘉農育 981027 號進入初級產量比較試驗。經過初、高級產量比較試驗、區域試驗及各項特性檢定結果，嘉農育 981027 號新品系具有脫粒性適中、穗上發芽率較低、抗倒伏、抗稻熱病及稻飛蝨等優良特性；其米粒外觀與米飯食味與良質米對照品種「台稉 9 號」相近，且稻穀產量與良質米對照品種「台稉 9 號」間無顯著差異。2017 年申請命名，獲通過為「台農 81 號」。因其具有抗稻熱病及稻飛蝨等特性，為一適合減藥、合理化施肥及有機栽培的品種，並可供稻農及消費者更多的選擇。

關鍵詞：稉稻、台農 81 號、抗稻熱病及稻飛蝨。

前言

水稻是國人主要的糧食作物，為栽培面積最廣的單一糧食作物，稻米產業的發展與否，攸關廣大農民生計及糧食安全影響至鉅。近年來隨著經濟條件改善，國人生活水平提高，生活結構改變及替代食品之增加，致使國人對稻米的消費量逐年減少。我國於 2002 年加入世界貿易組織 (World Trade Organization; WTO)，稻米市場開放。為因應進口米之衝擊及國人消費型態的改變，以及確保國產稻米之競爭力，水稻品種改良雖以米質為導向，但對於產量及省工栽培之需求仍不容忽視。近年來又因環境友善耕作方式等議題日益受到重視，稻農對水稻栽培品種的選擇更趨多元，因此選育品質與產量兼具且對病蟲害等逆境具有抗 (耐) 性之水稻新品種，乃成為當前育種改良的主要目標之一 (Selvaraj *et al*. 2011; Fujita *et al*. 2013)。

目前台灣稉型稻優良推廣品種有「台稉 2 號」等 22 個，雖已廣為農民栽培，並為市場所接受，惟此等品種仍有品質不穩定，對於病蟲害抵抗性不佳、容易倒伏及穗上發芽等現象，有待後續改善。因此，為提高農民收益及食米衛生安全，減少環境污染與對逆境之耐受性，對於稻米品質、產量及抗病蟲逆境之耐抗性等仍需長期予以改進。有鑒於此，嘉義農業試驗分所於 2006 年第 1 期作以良質米品種「台稉 2 號」為母本，與本分所育成之抗病蟲、株型佳且耐倒伏品系嘉農育 902036 號進行雜交，選育出「台農 81 號」。

「台農 81 號」歷經各項試驗與特性檢定結果，顯示具有脫粒性適中、穗上發芽率較低、耐倒伏性佳及抗病蟲害 (稻熱病與稻飛蝨) 等優良特性，且其米粒外觀與米飯食味品質與良

投稿日期：2018 年 7 月 31 日；接受日期：2018 年 12 月 17 日。
* 通訊作者：gracechou@dns.caes.gov.tw
[1] 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所農藝系副研究員。台灣 嘉義市。
[2] 農委會農業試驗所嘉義農業試驗分所農藝系助理研究員。台灣 嘉義市。

質米對照品種「台稉 9 號」相近，稻穀產量與良質米對照品種「台稉 9 號」間則無顯著差異。又由於此品種具有抗稻熱病及稻飛蝨等特性，除可減少生產時的農藥使用外，亦適合作為有機栽培之品種選擇，極具推廣潛力。

材料與方法

親本來源與特性

「台農 81 號」親本譜系如圖 1 所示，母本為「台稉 2 號」，父本為嘉農育 902036 號。「台稉 2 號」為台南區農業改良場於 1989 年第 1 期作登記命名的良質米推薦品種 (Chuang *et al*. 1990)，具有高產、米質優良及抗褐飛蝨等優點，惟其植株較高，對稻熱病抵抗性不穩定，且有對紋枯病及白背飛蝨不具抗性及耐寒性較差等缺點。嘉農育 902036 號為嘉義農業試驗分所育成的品系，其米粒外觀優良、產量高、株型佳、抗稻熱病及褐飛蝨。

選育方法與過程

「台農 81 號」的選育過程如表 1 所示，嘉義農業試驗分所於 2006 年第 1 期作以「台稉 2 號」為母本，與父本嘉農育 902036 號進行雜交，獲得 F_1 種子，2006 年第 2 期作種植 F_1 植株。2007 年第 1 期作由 F_2 世代集團中選出 33 個單株進入 F_3 系統，F_3 及 F_4 世代以譜系法進行培育及淘汰，F_5 世代行系統選拔，在 F_3 至 F_5 世代期間並行糙米外觀及抗病蟲篩檢。2008 年第 2 期作從本組合 37 個 F_5 系統中選出嘉農育 981027 號等 34 個品系，進入 2009 年初級產量比較試驗，經 2 個期作試驗，從中擇優選出嘉農育 981027 號晉級 2010 年高級產量比較試驗。新品系在高級試驗中表現頗為優越，獲選參加 2011 年組稉稻區域試驗及參與各項特性檢定。先後歷經 12 年，完成一系列試驗並彙整各項試驗資料提出申請登記命名，於 2017 年 11 月通過命名為「台農 81 號」。

稻穀產量比較試驗

稻穀產量評估試驗，於 2009 至 2010 年在嘉義農業試驗分所水稻試驗田進行 2 年 4 期作產量比較試驗，以「台稉 9 號」為對照品種；2009 年進行初級產量比較試驗 (preliminary yield trial)，第 1 期作田間採順序排列，單本植，4 行區，每行 25 株，行株距 0.30 m × 0.15 m，小區面積 4.5 m^2；第 2 期作為多本植，4 行區，每行 25 株，小區面積 4.5 m^2，1 重複。2010 年第 1 期作及第 2 期作進行高級產量比較試驗 (advanced yield trial)，田間採逢機完全區集設計，4 重複，4 行區，每小區種植 100 株，行株距 0.30 m × 0.15 m，小區面積 4.5 m^2。

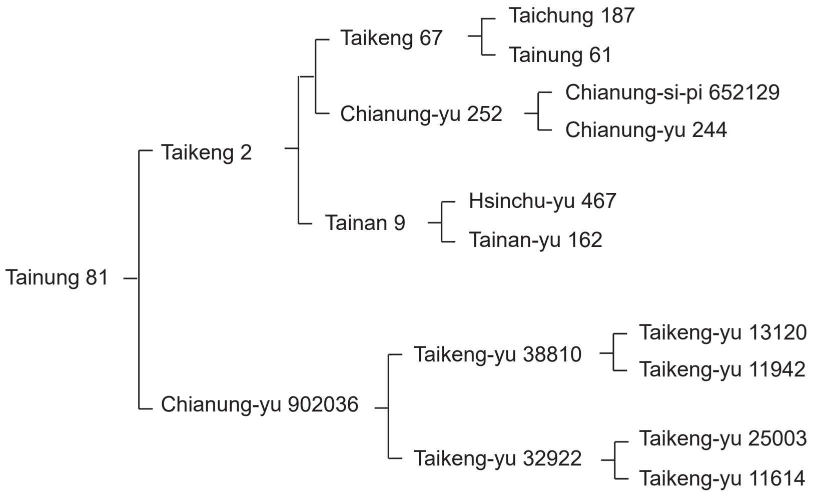

圖 1. 稉稻品種「台農 81 號」之譜系。

Fig. 1. Pedigree of the japonica rice variety ‘Tainung 81’.

表 1. 「台農 81 號」(嘉農育 981027 號) 的選育過程。
Table 1. Breeding procedures of the rice variety 'Tainung 81' (line Chianung-yu 981027).

Year	Crop season	Description
2006	1st	Hybridization: Taikeng 2 (♀) × Chianung-yu 902036 (♂)
	2nd	F_1
2007	1st	F_2: Evaluation of grain appearance, diseases and insects response
	2nd	F_3: Evaluation of grain appearance, diseases and insects response
2008	1st	F_4: Evaluation of grain appearance, diseases and insects response
	2nd	F_5: Evaluation of grain appearance, diseases and insects response
2009	1st	F_6: Chianung-yu 981027 (Preliminary yield trial)
	2nd	F_7: Chianung-yu 981027 (Preliminary yield trial)
2010	1st	F_8: Chianung-yu 981027 (Advanced yield trial, evaluation of lodging, cold tolerance, preharvest sprouting, shattering, diseases resistance and insect resistance)
	2nd	F_9: Chianung-yu 981027 (Advanced yield trial, evaluation of lodging, cold tolerance, preharvest sprouting, shattering, diseases resistance and insect resistance)
2011	1st	F_{10}: Chianung-yu 981027 (Regional yield trial, evaluation of lodging, cold tolerance, preharvest sprouting, shattering, diseases resistance and insect resistance, physicochemical characteristics and palatability)
	2nd	F_{11}: Chianung-yu 981027 (Regional yield trial, evaluation of lodging, cold tolerance, preharvest sprouting, shattering, diseases resistance and insect resistance, physicochemical characteristics and palatability)
2012	1st	F_{12}: Chianung-yu 981027 (Regional yield trial, evaluation of lodging, cold tolerance, preharvest sprouting, shattering, diseases resistance and insect resistance, physicochemical characteristics and palatability)
	2nd	F_{13}: Chianung-yu 981027 (Regional yield trial, evaluation of lodging, cold tolerance, preharvest sprouting, shattering, diseases resistance and insect resistance, physicochemical characteristics and palatability)
2013–2016	1st–2nd	F_{14}–F_{21}: Seed propagation
2017	1st	F_{22}: Nitrogen trial and grain storage trial

試驗的肥料施用量為氮素 (N) 120 kg ha^{-1}，施用硫酸銨及台肥複合肥料 39 號，分 4 次平均施用於 1 次基肥、2 次追肥及穗肥；磷酐 (P_2O_5) 施用量為 72 kg ha^{-1}，在基肥 1 次施用；氧化鉀 (K_2O) 施用量為 48 kg ha^{-1}，於基肥及穗肥施用。病蟲害防治及其他田間管理，則依照一般慣行方式實施。

區域試驗

區域試驗於 2011 與 2012 年之第 1 期作及第 2 期作，於桃園縣新屋鄉、彰化縣大村鄉、嘉義縣鹿草鄉、屏東市、台東市及花蓮縣吉安鄉等 6 個地點進行。有 10 個中晚熟品種 (系) 參試，以「台稉 9 號」為對照品種。田間採逢機完全區集設計，4 重複，5 行區，每行 20 株，多本植，行株距 0.30 m × 0.15 m，小區面積 4.5 m^2。生育期間調查抽穗期、成熟期及成熟期之株高與穗數，並以小區為單位，逢機割取 3 株，調查穗長、穗重、一穗穎花數、稔實率與千粒重等性狀及小區稻穀產量，小區稻穀產量評估係以穀粒水分含量 13% 為基準。

氮肥效應試驗

氮肥效應試驗，於 2017 年在嘉義農業試驗分所水稻試驗田進行，田間採裂區設計，3 重複，氮肥施用量為主區，參試品種 (系) 為副區，多本植。氮肥處理等級，分別為施用氮素 120、160、200 及 240 kg ha^{-1}。磷酐每期作施用 60 kg ha^{-1}，氧化鉀在每期作施用 72 kg ha^{-1}。每 1 副區為 5 行 × 20 株，行株距 0.28 m × 0.16

m，面積為 4.48 m^2，栽培管理依慣行法實施之。

特性檢定

倒伏性檢定：倒伏性檢定於 2011 年第 1 期作至 2012 年第 2 期作，計 2 年 4 期作，委由桃園區農業改良場於新竹縣竹東鎮進行倒伏性檢定。試驗田採順序排列法，3 行區，每行 10 株，多本植，行株距為 0.30 m × 0.15 m，2 重複，施用氮素量為 200 kg ha^{-1}。在穀粒成熟期調查倒伏程度，以國際稻米研究所 (International Rice Research Institute; IRRI) 訂定之評估標準進行 (IRRI 2002)，依照植株的狀態進行判別，倒伏程度分為 5 級，1 級為直 (R)，3 級為直-斜 (MR)，5 級為斜 (MS)，7 級為斜-倒 (S)，9 級為倒 (HS)。

耐寒性檢定：耐寒性檢定於 2011 年第 1 期作至 2012 年第 2 期作，計 2 年 4 期作，委由桃園區農業改良場於新竹縣五峰鄉花園村進行耐寒性檢定。第 1 期作採直播法，順序排列，2 重複，於秧苗期進行檢定，由秧苗之成活率、葉色及生長勢等判別耐寒性之等級。第 2 期作育苗後移植插秧，田間順序排列，重複數與第 1 期作相同，依成熟期之結實率判別耐寒性等級。

穗上發芽率及脫粒性檢定：穗上發芽及脫粒性檢定於 2011 年第 1 期作至 2012 年第 2 期作，計 2 年 4 期作，委由花蓮區農業改良場進行檢定。單本植，行株距 0.30 m × 0.15 m，種植 40 株。穗上發芽率調查，係於收穫期每品種 (系) 於主穗軸基部僅 2–3 粒未熟時採取 5 穗，將稻穗浸泡在淺水盤上，置於日夜溫控制在 30℃之植物生長箱中，於 6 d 後計算穗上發芽率。調查標準分為 3 級，1 級為穗上發芽率少於 30%，5 級為 31–60%，9 級為 61–100%。脫粒性調查係於成熟期採取主穗 5 穗，將稻穗置於長 1.00 m，寬 0.30 m，一邊高 0.08 m 之斜木板之 2/3 處 (由高的一端算起)。再以重 1.5 kg，長 0.30 m 之鐵棒滾動 3 次，計算脫粒稻穀重量百分比。調查分 5 級，1 級為脫粒率少於 1%，3 級為 1–5%，5 級為 6–25%，7 級為 26–50%，9 級為 51–100%。

各種病蟲害抵抗性檢定

稻熱病抵抗性：自 2011 年第 1 期作至 2012 年第 2 期作共 2 年 4 期作，以水田及旱田式病圃進行檢定。水田式病圃在第 1 期作，由嘉義農業試驗分所及台東區農業改良場進行檢定。田間採順序排列，每品種 (系) 種植 2 行，行株距 0.25 m × 0.20 m，每行 7 株，2 重複。採自然感病方式，每隔 2 個品種 (系) 種植 1 行感病品種 ‘Lomello’，每行前後各植 1 株 ‘Lomello’，作為感染源。另每隔 10 個品種 (系) 種植 1 行抗病品種「台農 70 號」，做為對照。旱田式病圃由嘉義農業試驗分所在 2 期作均進行檢定，試驗田採順序排列，條播，行長 0.50 m，行距 0.10 m。每品種 (系) 播種 1 行，2 重複，每行播種 5 g，每隔 10 行播種 2 行感病品種 ‘Lomello’，中間夾播 1 行抗病品種「台農 70 號」，以茲對照，周圍全部播種 ‘Lomello’ 作為接種源。依據國際稻米研究所對稻熱病圃的調查方法 (IRRI 2002)，以目測方式依照調查標準分 0–9 級記載，葉稻熱病檢定之等級與反應如下：0 級為極抗 (highly resistant; HR)，1–3 級為抗 (resistant; R)，4–5 級為中抗 (moderately resistant; MR)，6 級為中感 (moderately susceptible; MS)，7–8 級為感 (susceptible; S)，9 級為極感 (highly susceptible; HS)。

穗稻熱病檢定之等級與反應如下：0 級為極抗 (HR)，1 級為抗 (R)，3 級為中抗 (MR)，5 級為中感 (MS)，7 級為感 (S)，9 級為極感 (HS)。

白葉枯病抵抗性：以 2011 年第 1 期作至 2012 年第 2 期作試驗材料，計 2 年 4 期作，委由台中區農業改良場進行白葉枯病抗性檢定。田間採順序排列，每品種 (系) 種 4 行，每行 10 株，單本植，2 重複。於劍葉抽出後，將菌種以剪葉法接種於每株稻葉上，每行接種不同菌株，菌株由農業試驗所植物病理組線蟲與病害管理研究室提供之 XM42 及 XF89-b 等 2 菌株。調查標準及反應之對應為：無病斑面積為極抗 (HR)，1–5% 病斑面積為抗 (R)，6–12% 病斑面積為中抗 (MR)，13–25% 病斑面積為中感 (MS)，26–50% 病斑面積為感 (S)，51–100% 病斑面積為極感 (HS)。

紋枯病抵抗性：以 2010 年至 2011 年第 1 期作及第 2 期作試驗材料，委由台南區農業改良場嘉義分場進行紋枯病抗性檢定。田間設計採順序排列，2 重複，多本植，行株距 0.25 m × 0.15 m，每品種 (系) 栽植 1 行，每行 10 株，但第 1 株、第 4 株、第 7 株及第 10 株栽植感染品種「稗稈稻」；插秧後，第 1 期作 50–60 d，第 2 期作 30–40 d 以 TC-96 菌株行人工接種，以誘發病害；齊穗後 25 d 調查植株之發病程度，每小區調查 6 株，調查方法依國際稻米研究所訂定之標準進行 (IRRI 2002)。反應等級分 6 級，0 級為極抗 (HR)，1 級為抗 (R)，3 級為中抗 (MR)，5 級為中感 (MS)，7 級為感 (S)，7.1 級以上為極感 (HS)。

飛蝨類蟲害抵抗性：2011 年至 2012 年由嘉義農業試驗分所植物保護系進行檢定。將種子播種於檢定盤，每盤播種 72 品種 (系)，並含抗蟲品種 ‘Mudgo’、‘H105’ 及感蟲對照品種「台中在來 1 號」。待秧苗發育至 3 葉苗期，移置於溫室檢定槽。然後將經人工大量繁殖之飛蝨若蟲 (2–3 齡) 釋放於秧苗，釋放密度約為每秧苗 2–3 隻蟲，待感蟲對照品種枯萎時，再按其被害情況分級記錄。另水稻成株期對褐飛蝨之抵抗性檢定於網室內進行，每品種 (系) 種植 4 株，3 本植，待分櫱期釋放成蟲。平均每株 0.5–1 隻，讓其自由選擇稻株產卵繁殖。釋放成蟲後 35 d，記錄每品種 (系) 每株稻之蟲數及危害等級，其後每 3–5 d 調查 1 次，直至感蟲對照品種完全枯萎為止。調查飛蝨類感蟲級數與反應之對應如下：0–3 級為抗 (R)，4–6 級為中抗 (MR)，7–9 級為感 (S)。

米質分析檢定

碾米品質：碾米品質以 2011 年及 2012 年第 1 期作及第 2 期作試驗材料，委由台中區農業改良場進行檢定。稱取乾燥調製後之稻穀 125 g，碾製成糙米後，稱取其糙米重量占稻穀重量比例，即得糙米率 (brown rice; %)；將糙米碾成白米，所得白米重量占稻穀重量比例，即得白米率 (total milled rice; %)；將斷裂 3/4 以上的碎白米篩選去除，即得完整白米，稱其完整白米重量占白米重量比例，即可得完整米率 (head rice; %)。

米粒之理化特性：以 2011 年及 2012 年第 1 期作及第 2 期作試驗為材料，委由台中區農業改良場進行檢定。檢定之標準在粒長及粒形，係依我國國家標準 No.13446 訂定，粒長 (mm) 分 4 級：特長 (extra long; EL) 為大於 7.50 mm，長粒 (long; L) 為 6.61–7.50 mm，中粒 (medium; M) 為 5.51–6.61 mm，短粒 (short; S) 為小於 5.51 mm。粒形依長寬比分 3 級：細長形 (slender; S) 為大於 3.0，中間型 (intermediate; I) 為 2.1–3.0，粗圓形 bold; B) 為小於 2.1。其餘項目依國際稻米研究所之標準，透明度分 0–5 級共 6 級；心白、腹白及背白各分為 0–5 級共 6 級；鹼性擴散度分 1–7 級共 7 級；糊化溫度分 4 級，與鹼性擴散度對應如下：高 (high; H) 為 1–2 級，中高 (high intermediate; HI) 為 3 級，中 (intermediate; I) 為 4–5 級，低 (low; L) 為 6–7 級。凝膠展延性 (mm) 分為 3 級：硬 (hard; H) 為小於 41 mm，中間 (medium; M) 為 41–60 mm，軟 (soft; S) 為 61–100 mm。

食用品質檢定：食味官能檢定，以 2011 年及 2012 年第 1 期作與第 2 期作彰化大村區域試驗為材料，委由台中區農業改良場進行食用品質檢定，以良質米推薦品種「台粳 9 號」為對照。利用 4 人份電子鍋 4 個，其中 1 個蒸煮對照品種，其餘 3 個蒸煮測試樣品。每樣品秤取白米 500 g 放入內鍋，以強勁水流沖洗攪拌排水，重複 3 次，加入為米重之 1.35 倍的水，浸泡 30 min 後，始按下開關。待開關跳起，先燜 20 min 再打開鍋蓋將飯攪鬆，以紗布蓋在鍋內上以吸收蒸氣。鍋內插上 1 雙筷子，蓋下鍋蓋以利通氣，放冷 1 h 後食用。試食時分別就米飯之外觀 (appearance)、香味 (aroma)、口味 (flavor)、黏性 (cohesion)、硬性 (hardiness) 與總評 (overall sensory evaluation) 等 6 項分別與對照品種比較。並在評分表上記錄分數，將其區分為 3 級：外觀、香味、口味與總評之評等，分別是 A 級為優於對照品種，B 級為同於對照，C 級為劣於對照。黏性 A 級為較對照品種黏，B 級為同於對照，C 級為較對照品種不黏。硬性 A 級為較對照品種硬，B 級為同於對照，C 級為較對照品種軟。

稻穀儲藏試驗之食味檢定：儲藏試驗於 2017 年 1 月至 6 月間進行，參試材料係 2016 年第 2 期作在嘉義農業試驗分所水稻試驗田栽培生產的稻穀。收穫後以網袋方式分別置於本分所倉庫室溫及 15℃冷藏庫中，每個月取出進行食味檢定。檢定方式係以炊飯食味計 (STA1B, Satake Co., Hiroshima, Japan) 及硬度黏度計 (RHS1A, Satake Co., Hiroshima, Japan) 分別針對米飯外觀、食味、硬性及黏性等項目進行測試。外觀與食味之評等，分別是：A 級為優於對照品種，B 級為同於對照，C 級為劣於對照。硬性部分：A 級為較對照品種硬，B 級為同於對照，C 級為較對照品種軟。黏性部分：A 級為比對照品種黏，B 級為同於對照，C 級為較對照品種不黏。各項評分等級如下：(1) 外觀：< 5.0 不好；5.0–6.0 稍差；6.0–7.0 一般；7.0–8.0 稍好；> 8.0 好；(2) 食味：< 50 不好；50–60 稍差；60–70 一般；70–80 稍好；> 80 好；(3) 硬性：2.0–3.0 黏在一起；4.0 軟；5.0 硬；> 6.0 非常硬；(4) 黏性：< 0.2 米飯鬆散；0.2–0.3 黏性較弱；0.4–0.5 黏性較強：0.5–0.6 黏性好。

統計分析

本研究中所進行的統計分析工作，皆以程式語言 “R” (3.5.1 版) 撰寫執行變方分析 (analysis of variation; ANOVA)。若處理間具顯著差異，則以最小顯著差異測驗法 (Fisher’s least significant difference test; LSD test) 進行比較。

結果

產量比較試驗

「台農 81 號」原品系名稱嘉農育 981027 號，係於 2009 年第 1 期作及第 2 期作在嘉義農業試驗分所水稻試驗田進行初級產量比較試驗，計有 129 個品種 (系) 參試，並以「台稉 9 號」為對照，試驗結果如表 2 所示。「台農 81 號」全生育日數第 1 期作較對照品種「台稉 9 號」晚熟 1 d，第 2 期作較「台稉 9 號」晚熟 1 d。株高在第 1 期作較「台稉 9 號」矮 3.2 cm，第 2 期作矮 2.5 cm。穗數第 1 期作較「台稉 9 號」少 0.9 支，第 2 期作較「台稉 9 號」多 1.1 支。稻穀公頃產量在第 1 期作比對照增產 9.2%，第 2 期作增產 10.4%，對稻熱病及褐飛蝨之抵抗性均較對照為佳，因此選出參加高級產量比較試驗。

「台農 81 號」於 2010 年第 1 期作及第 2 期作在嘉義農業試驗分所水稻試驗田進行高級產量比較試驗，每期作有 20 個品種 (系) 參試，以「台稉 9 號」為對照品種。試驗結果顯示，「台農 81 號」在第 1 期作其生育日數與對照品種「台稉 9 號」間無顯著差異，第 2 期作則顯著較對照品種「台稉 9 號」晚熟。株高第 1 期作及第 2 期作與對照品種「台稉 9 號」間皆無顯著差異。產量構成要素方面，穗數、一穗穎花數、稔實率及千粒重等在第 1 期作及第 2 期作均與對照品種「台稉 9 號」間無顯著差異。稻穀產量雖在第 1 期作及第 2 期作較「台稉 9 號」分別增產 9.9% 及 3.4%，然統計上與「台稉 9 號」間

表 2. 「台農 81 號」在初級產量比較試驗之農藝性狀及稻穀產量表現。

Table 2. Agronomic traits and grain yield of ‘Tainung 81’ in the preliminary yield trial.

Crop season	Variety	Growth duration (days)[y]	Plant height (cm)	Panicle number (no.)	Grain yield		Resistance[z]	
					kg ha^{-1}	Ratio (%)[x]	Blast	Brown planthopper
1st	‘Tainung 81’	125	109.3	12.3	10,173	109.2	R	MR
	‘Taikeng 9’ (control variety)	124	112.5	13.2	9,316	100.0	HS	S
2nd	‘Tainung 81’	96	111.8	11.9	6,300	110.4	R	MR
	‘Taikeng 9’ (control variety)	95	114.3	10.8	5,707	100.0	S	S

[z] R: resistant; MR: moderately resistant; S: susceptible; and HS: highly susceptible.
[y] Days from transplantation to ripening.
[x] Means expressed as percentage of ‘Taikeng 9’.

無顯著差異。在病蟲害抗性方面，「台農 81 號」對稻熱病及褐飛蝨抵抗性均優於「台稉 9 號」(表 3)。綜合 2 個期作表現，由於「台農 81 號」具有與對照品種「台稉 9 號」相近之農藝性狀及產量特性，且其抗稻熱病及褐飛蝨，因此被選出參加 2011 年組稉稻區域試驗。

區域試驗

「台農 81 號」於 2011 年第 1 期作至 2012 年第 2 期作，共計參加 2 年 4 期作區域試驗。該試驗有 10 個中晚熟品種 (系) 參試，以「台稉 9 號」為對照品種，結果如表 4 所示。由 2 年 4 期作區域試驗結果，「台農 81 號」在第 1 期作於桃園等 6 個地區之稻穀產量，除屏東地區外，其他地區的稻穀產量均較對照品種「台稉 9 號」顯著為高，以桃園地區之產量增幅 32.0% 最高，彰化、嘉義及台東之產量增幅在 21.7–28.8%，產量增幅最低為屏東地區之 7.2%；其第 1 期作平均稻穀產量為 7,017 kg ha^{-1}，與對照品種「台稉 9 號」間無顯著差異。在第 2 期作於桃園等 6 個地區之稻穀產量，除屏東及花蓮地區外，其他地區的稻穀產量均顯著較對照品種「台稉 9 號」為高，以桃園地區之產量增幅 13.2% 最高，台東地區增幅 7.3% 最低，而花蓮地區則較對照品種減產 3.9%；第 2 期作平均稻穀產量為 5,680 kg ha^{-1}，與對照品種「台稉 9 號」間無顯著差異。由以上結果可知，「台農 81 號」具有與目前良質米推薦品種「台稉 9 號」相當之產量潛力。

比較 2 年 4 期作的農藝性狀及產量構成要素平均值發現，其平均全生育日數 (插秧至成熟)，第 1 期作與對照品種「台稉 9 號」相同，均為 130 d，兩者間無顯著差異；第 2 期作為 113 d，與對照品種「台稉 9 號」間亦無顯著差異。其他性狀如株高、穗長、穗重、一穗穎花數、稔實率及千粒重等，在 第 1 期作及第 2 期作與對照品種「台稉9號」間皆無顯著差異 (表 4)，顯示「台農 81 號」具有與目前良質米推薦品種「台稉 9 號」相近之性狀表現。

氮肥效應試驗

氮肥效應試驗之目的在測定新品系之適當施肥量，以供新品系命名推廣後，推薦給農民

表 3.　「台農 81 號」在高級產量比較試驗之農藝性狀及稻穀產量表現。

Table 3.　Agronomic traits and grain yield of 'Tainung 81' in the advanced yield trial.

Crop season	Variety	Growth duration (days)[y]	Plant height (cm)	Panicle number (no.)	Spikelet no. per panicle (no.)	Spikelet fertility (%)	1,000-grain weight (g)	Grain yield		Resistance[z]		
								kg ha^{-1}	Ratio (%)[x]	Leaf blast	Panicle blast	Brown planthopper
1st	'Tainung 81'	123 a[w]	100.3 a	15.8 a	141.8 a	62.1 a	25.5 a	9,976 a	109.9	R	R	MR
	'Taikeng 9' (control variety)	120 a	105.0 a	15.6 a	125.1 a	65.0 a	25.7 a	9,077 a	100.0	S	HS	S
2nd	'Tainung 81'	96 a	109.3 a	13.3 a	130.4 a	71.4 a	25.9 a	6,460 a	103.4	R	–	MR
	'Taikeng 9' (control variety)	95 b	112.8 a	13.4 a	118.5 a	71.9 a	26.2 a	6,248 a	100.0	HS	–	S

[z] R: resistant; MR: moderately resistant; S: susceptible; and HS: highly susceptible.
[y] Days from transplantation to ripening.
[x] Means expressed as percentage of 'Taikeng 9'.
[w] Means followed by the same letters are not significantly different at 5% level by least significant difference (LSD) test.

表 4. 「台農 81 號」在區域試驗之農藝性狀、產量及產量構成要素表現。

Table 4. Agronomic traits, grain yield and yield components of 'Tainung 81' in the regional yield trial.

Location	Growth duration (days)[z]		Plant height (cm)		Panicle length (cm)		Panicle weight (g)		Panicle number (no.)		Spikelet no. per panicle (no.)		Spikelet fertility (%)		1,000-grain weight (g)		Grain yield (kg ha^{-1})		Grain yield ratio (%)[y]	
	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop	1st crop	2nd crop
Taoyuan																				
'Tainung 81'	136 a[x]	112 a	91.8 a	88.5 a	17.7 a	18.0 a	1.6 a	1.9 a	16.9 a	14.6 a	69.9 b	88.8 a	89.4 a	83.6 a	25.0 a	24.2 a	5,713 a	4,198 a	132.0	113.2
'Taikeng 9'[w]	135 a	112 a	92.2 a	87.8 a	17.8 a	17.3 a	1.8 a	1.8 a	14.3 b	13.4 b	78.4 a	82.1 a	89.2 a	84.2 a	24.2 b	24.7 a	4,329 b	3,707 b	100.0	100.0
Changhua																				
'Tainung 81'	122 b	112 b	89.9 a	88.5 b	17.0 a	17.1 a	2.2 a	2.6 a	14.7 a	11.5 a	84.2 a	103.7 a	91.5 a	90.3 a	27.1 a	26.3 a	7,529 a	6,402 a	128.8	109.3
'Taikeng 9'	125 a	120 a	92.1 a	91.8 a	17.7 a	17.3 a	2.1 a	2.4 a	13.9 a	12.2 a	80.7 a	95.8 a	92.0 a	90.3 a	27.0 a	25.9 a	5,846 b	5,857 b	100.0	100.0
Chiayi																				
'Tainung 81'	122 a	111 a	95.8 b	93.9 a	16.5 b	17.6 a	2.5 a	2.9 a	17.2 a	11.2 a	85.9 a	117.4 a	95.8 a	88.0 a	27.9 a	25.5 a	9,942 a	7,016 a	121.7	112.7
'Taikeng 9'	123 a	113 a	101.7 a	96.5 a	17.1 a	17.2 a	2.4 a	2.5 a	14.0 b	12.1 a	80.9 a	97.4 b	93.7 b	90.6 a	27.4 a	26.2 a	8,168 b	6,226 b	100.0	100.0
Pingtung																				
'Tainung 81'	128 a	107 a	86.6 a	102.6 a	18.3 a	19.6 a	1.9 a	2.4 a	17.6 a	13.2 a	83.0 a	138.9 a	83.1 a	61.1 a	24.6 a	24.2 a	6,194 a	5,308 a	107.2	111.4
'Taikeng 9'	125 b	106 a	89.0 a	106.4 a	18.2 a	20.0 a	1.8 a	2.0 a	16.3 a	11.9 a	87.6 a	116.8 a	82.6 a	61.5 a	22.0 b	24.1 a	5,781 a	4,767 a	100.0	100.0
Taitung																				
'Tainung 81'	136 a	119 a	90.6 b	98.0 a	16.9 a	18.2 a	1.8 a	2.1 a	20.5 a	15.9 a	73.8 a	99.5 a	88.9 a	79.3 a	26.0 a	25.3 b	7,871 a	7,451 a	126.8	107.3
'Taikeng 9'	134 a	118 a	96.4 a	99.8 a	17.2 a	17.6 a	1.8 a	2.1 a	17.1 b	14.4 a	78.1 a	90.9 a	84.7 a	83.3 a	25.3 a	26.1 a	6,208 b	6,942 b	100.0	100.0
Hualien																				
'Tainung 81'	137 a	115 a	87.5 a	91.8 a	17.9 a	17.2 a	2.4 a	2.1 a	10.2 a	10.6 a	91.0 a	99.8 a	94.1 a	69.6 b	26.4 a	26.2 a	4,855 a	3,704 a	114.7	96.1
'Taikeng 9'	137 a	114 a	90.5 a	95.3 a	17.8 a	16.8 a	2.1 a	2.0 a	9.5 a	9.7 a	86.4 a	92.0 a	85.6 b	76.8 a	25.3 b	26.1 a	4,233 b	3,856 a	100.0	100.0
Mean																				
'Tainung 81'	130 a	113 a	90.4 a	93.9 a	17.4 a	18.0 a	2.1 a	2.3 a	16.2 a	12.8 a	81.3 a	108.0 a	90.5 a	78.7 a	26.2 a	25.3 a	7,017 a	5,680 a	121.8	108.7
'Taikeng 9'	130 a	114 a	93.7 a	96.3 a	17.6 a	17.7 a	2.0 a	2.1 a	14.2 a	12.3 a	82.0 a	95.8 a	88.0 a	81.1 a	25.2 a	25.5 a	5,761 a	5,226 a	100.0	100.0

[z] Days from transplantation to ripening.
[y] Means expressed as percentage of 'Taikeng 9'.
[x] Means within each column of each crop season followed by the same letter are not significantly different at 5% level by least significant difference (LSD) test.
[w] Control variety.

栽培時之參考，以得到最高氮肥施用效益。第 1 期作「台農 81 號」在 4 個氮素等級處理下，稻穀產量以氮素施用量 160 kg ha^{-1} 處理之 7,555 kg ha^{-1} 最高，惟處理間無顯著差異；「台稉 9 號」以氮素施用量 200 kg ha^{-1} 處理之 7,747 kg ha^{-1} 最高，然處理間同樣無顯著差異。若以增施每元氮素效益及每公斤氮素效益而言，「台農 81 號」亦以施用 160 kg ha^{-1} 氮素用量時為最高，分別為 7.39 NTD NTD^{-1} 及 221.7 NTD kg^{-1}；「台稉 9 號」同樣以施用 160 kg ha^{-1} 氮素用量時為最高，分別為 5.61 NTD NTD^{-1} 及 168.4 NTD kg^{-1}。第 2 期作「台農 81 號」稻穀產量，以氮素施用量 200 kg ha^{-1} 處理之 7,577 kg ha^{-1} 最高，然處理間無顯著差異；「台稉 9 號」以氮素施用量 240 kg ha^{-1} 處理之 7,244 kg ha^{-1} 最高，處理間亦無顯著差異。若以增施每元氮素效益及每公斤氮素效益而言，「台農 81 號」以施用 160 kg ha^{-1} 氮素用量時為最高，分別為 8.84 NTD NTD^{-1} 及 265.2 NTD kg^{-1}。綜合結果可知，「台農 81 號」在 2 期作的氮素施用效益均以施用 160 kg ha^{-1} 氮素用量時為最高，顯示「台農 81 號」之氮素施用效益並未隨著氮肥高投入而增加 (表 5)。基於合理化施肥與友善環境的考量下，「台農 81 號」氮素施用量以 120–160 kg ha^{-1} 為宜。

特性檢定

倒伏性檢定：「台農 81 號」之耐倒伏性，經 2011 年及 2012 年 2 年 4 期作檢定結果，顯示均為 1 級 (直立；R) (表 6)，與對照品種「台稉 9 號」相同，抗倒伏性良好。惟在實際栽培時，仍應注意避免施用過量氮肥為宜，以避免倒伏而影響產量與品質。

耐寒性檢定：「台農 81 號」之耐寒性，經 2011 年及 2012 年 2 年 4 期作之檢定結果，第

表 5. 「台農 81 號」氮肥效應試驗之稻穀產量及效益分析。

Table 5. Nitrogen application efficiency and grain yield of ‘Tainung 81’.

Crop season	Variety	Nitrogen level (kg ha^{-1})	Grain yield		Nitrogen application efficiency	
			kg ha^{-1}	Ratio (%)	NTD NTD^{-1} [z]	NTD kg^{-1} [y]
1st	‘Tainung 81’	120	7214 ± 546 a[x]	100.0	–	–
		160	7555 ± 273 a	104.7	7.39	221.7
		200	7259 ± 447 a	100.6	0.49	14.7
		240	7518 ± 711 a	104.2	2.20	65.9
	‘Taikeng 9’ (control variety)	120	7407 ± 703 a	100.0	–	–
		160	7666 ± 1137 a	103.5	5.61	168.4
		200	7747 ± 790 a	104.6	3.68	110.5
		240	7622 ± 689 a	102.9	1.55	46.6
2nd	‘Tainung 81’	120	6925 ± 727 az	100.0	–	–
		160	7333 ± 531 a	105.9	8.84	265.2
		200	7577 ± 309 a	109.4	7.06	211.9
		240	6466 ± 662 a	93.4	-3.32	-99.5
	‘Taikeng 9’ (control variety)	120	7206 ± 367 a	100.0	–	–
		160	7670 ± 478 a	96.7	-5.11	-153.4
		200	7177 ± 1277 a	99.6	-0.31	-9.4
		240	7244 ± 601 a	100.5	0.27	8.2

[z] Nitrogen application efficiency (NTD NTD^{-1}): [yield of treatment plot − yield of control plot (120 kg ha^{-1})] × marketing value of rice price (26 NTD kg^{-1}) ÷ [nitrogen price (30 NTD kg^{-1} × increasing nitrogen rate)].

[y] Nitrogen application efficiency (NTD kg^{-1}): [yield of treatment plot − yield of control plot (120 kg ha^{-1})] × marketing value of rice price (26 NTD kg^{-1}) ÷ increasing nitrogen rate.

[x] Means within each column of each crop season followed by the same letter are not significantly different at 5% level by least significant difference (LSD) test.

表 6. 「台農 81 號」之倒伏性、耐寒性、穗上發芽率及脫粒性等特性檢定。
Table 6. Lodging index, cold tolerance, preharvest sprouting, and shattering of 'Tainung 81'.

Crop season	Variety	Lodging index		Cold tolerance		Preharvest sprouting		Shattering	
		Degree	Scale	Reaction	Scale	%	Scale	%	Scale
1st	'Tainung 81'	1	R[z]	1	R	30.1	1–5	22.9	5
	'Taikeng 9' (control variety)	1	R	1	R	39.8	5	31.8	7
2nd	'Tainung 81'	1	R	8	S	18.0	1	29.6	7
	'Taikeng 9' (control variety)	1	R	7	S	47.0	5	29.7	7

[z] R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; and HS: highly susceptible.

1 期作平均為 1 級 (抗級；R)，秧苗期耐寒性與對照品種「台稉 9 號」相同；第 2 期作平均為 8 級 (感級；S)，成熟期耐寒性低於對照品種之 7 級 (感級；S) (表 6)。檢定結果顯示，「台農 81 號」於第 2 期作不宜過晚種植，避免生育後期低溫對產量及品質造成不良影響。

穗上發芽及脫粒性檢定：穗上發芽率檢定結果顯示，「台農 81 號」之穗上發芽率於第 1 期作平均為 30.1% (1–5 級)，低於對照品種「台稉 9 號」之 39.8% (5 級)；第 2 期作平均為 18.0% (1 級)，低於對照品種「台稉 9 號」之 47.0% (5 級) (表 6)。顯示「台農 81 號」在 2 期作之穗上發芽率均低於對照品種「台稉 9 號」，尤其是在第 2 期作，惟第 1 期作表現在年度間差異頗大。由於第 2 期作收穫之稻穀具有休眠性，故於隔年第 1 期作播種時應充分乾燥並做適度催芽處理。

「台農 81 號」之脫粒率檢定結果顯示，「台農 81 號」在第 1 期作之脫粒率平均為 22.9% (5 級)，低於對照品種「台稉 9 號」之 31.8% (7 級)；在第 2 期作脫粒率平均為 29.6% (7 級) 與對照品種「台稉 9 號」之 29.7% (7 級) 相近 (表 6)。顯示「台農 81 號」屬於中等脫粒性品系，適合機械採收。

各種病蟲害抵抗性檢定

稻熱病抵抗性：「台農 81 號」抗稻熱病檢定結果表 7 所示。在水田式病圃對成株葉稻熱病之反應於嘉義及關山病圃均表現抗級 (R)，對穗稻熱病之反應在嘉義病圃為抗級 (R)，在關山病圃反應介於抗級 (R)-中抗級 (MR) 之間，均優於對照品種「台稉 9 號」葉稻熱病及穗稻熱病之中感級 (MS)-感級 (S) 表現；在旱田式病圃，對秧苗期葉稻熱病反應於第 1 期作呈現中抗級 (MR)，第 2 期作反應介於抗級 (R)-中抗級 (MR) 之間，明顯優於對照品種「台稉 9 號」之極感級 (HS)。綜合結果顯示，「台農 81 號」不論成株或秧苗期對稻熱病之抵抗性，均明顯優於對照品種「台稉 9 號」。

白葉枯病抵抗性：經 2011 年及 2012 年計 2 年 4 期作委由台中區農業改良場進行白葉枯病抗性檢定，「台農 81 號」對白葉枯病之抵抗性對 XM42 及 XF89-b 菌株之反應，在 2 期作均為中感級 (MS)；對照品種「台稉 9 號」對 XM42 及 XF89-b 菌株之反應，在第 1 期作分別為中感級 (MS) 與感級 (S)，第 2 期作均為感級 (S) (表 8)。檢定結果顯示，「台農 81 號」在第 1 期作對白葉枯病的抗性與對照品種「台稉 9 號」相同，但在第 2 期作之抗性表現則較對照品種「台稉 9 號」為強。

紋枯病抵抗性：經 2011 年及 2012 年計 2 年 4 期作委由台南區農業改良場嘉義分場進行紋枯病抗性檢定，「台農 81 號」對紋枯病之抵抗性，在第 1 期作為極感級 (HS)，第 2 期作為中感級 (MS) (表 8)。顯示其對紋枯病不具抗性，應注意適時防治。

飛蝨類蟲害抵抗性：「台農 81 號」對飛蝨類蟲害抵抗性檢定結果如表 9 所示，「台農 81 號」對褐飛蝨之抵抗性在秧苗期及成株期均為中抗級 (MR)，對於斑飛蝨之抗性亦屬中抗級 (MR)，均優於對照品種「台稉 9 號」之感級 (S)；對於白背飛蝨之抗性屬感級 (S)，與對照品種「台稉 9 號」相同。

稻米品質與食味檢定

稻米外觀品質與理化特性分析：「台農 81

表 7. 「台農 81 號」對稻熱病之抵抗性。

Table 7. Rice blast resistance of 'Tainung 81'.

		Paddy nursery (1st crop season)								Dryland nursery			
		Leaf blast				Panicle blast				Leaf blast (Chiayi)			
		Chiayi		Kuanshan		Chiayi		Kuanshan		1st crop season		2nd crop season	
Variety	Year	Score	Reaction	Score	Reaction	Score	Reaction	Score	Reaction	Score	Reaction	Score	Reaction
'Tainung 81'	2011	2	R^z	3	R	1	R	1	R	4	MR	4	MR
	2012	1	R	3	R	1	R	3	MR	4	MR	1	R
	Range	1–2	R	3	R	1	R	1–3	R–MR	4	MR	1–4	R–MR
	Mean	1.5	R	3	R	1	R	2	R	4	MR	2.5	R
'Taikeng 9' (control variety)	2011	9	HS	6	MS	9	HS	3	MR	9	HS	9	HS
	2012	8	S	6	MS	7	S	7	S	9	HS	9	HS
	Range	8–9	S–HS	6	MS	7–9	S–HS	3–7	MR–S	9	HS	9	HS
	Mean	8.5	S	6	MS	8	S	5	MS	9	HS	9	HS

^{z} R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; and HS: highly susceptible.

號」於 2011 年及 2012 年委由台中區農業改良場進行區域試驗的稻米品質與食味檢定，經 2 年 4 期作之米質分析結果，在碾米品質方面，糙米率、白米率及完整米率在第 1 期作均與「台稉 9 號」間無顯著差異；第 2 期作則僅完整米率顯著低於「台稉 9 號」，糙米率及白米率與「台稉 9 號」間無顯著差異。在米粒外觀品質方面，第 1 期作心白及背白高於「台稉 9 號」，腹白則較低；第 2 期作心白低於「台稉 9 號」，腹白較高，背白則與「台稉 9 號」同樣為無背白。透明度在第 1 期作為 3.3，高於「台稉 9 號」；第 2 期作則與對照品種同樣為 3.0。在食味品質方面，直鏈澱粉含量在 2 期作均顯著較「台稉 9 號」為高；粗蛋白質含量在第 1 期作與「台稉 9 號」間無顯著差異，第 2 期作則顯著較「台稉 9 號」為高。凝膠展延性 2 期作均較「台稉 9 號」為低；糊化溫度在 2 期作與台稉 9 號相同 (表 10)。

米飯之食味檢定分析：「台農 81 號」在區域試驗之食味品質如表 11 所示，2011 年第 1 期作之稻米外觀、香味、口味、黏性、硬性及總評均與「台稉 9 號」同屬 B 級；2012 年第 1 期作除硬性較「台稉 9 號」稍硬外，其他項目亦與「台稉 9 號」同屬 B 級。「台農 81 號」在 2011 年及 2012 年第 2 期作除硬性較「台稉 9 號」稍硬外，其他如外觀、香味、口味、黏性及總評等項目均與「台稉 9 號」同屬 B 級。總結「台農 81 號」在 2 年 4 期作之食味品質表現，除米飯硬性較「台稉 9 號」稍硬，其他各項食味品質表現均與「台稉 9 號」相同。

稻穀儲藏試驗食味檢定：經連續 4 mo 之儲藏試驗結果如表 12 所示，「台農 81 號」除在低溫下儲藏 3 mo 之外觀與食味值優於對照品種「台稉 9 號」，其他儲藏月分在室溫及低溫條件下之外觀與食味值皆與「台稉 9 號」同等級，顯示「台農 81 號」之耐儲藏性與「台稉 9 號」相當。

討論

「台農 81 號」在 2 年 4 期作於 6 個地區之區域試驗結果，第 1 期作稻穀平均產量為 7,017 kg ha^{-1}，較對照品種「台稉 9 號」之 5,761

表 8. 「台農 81 號」之白葉枯病及紋枯病等病害抗性檢定。

Table 8. Bacterial leaf blight and sheath blight resistance of 'Tainung 81'.

		Bacterial leaf blight					
		XM42[z]		XF89-b[z]		Sheath blight	
Crop season	Variety	Infected area (%)	Reaction	Infected area (%)	Reaction	Score	Reaction
1st	'Tainung 81'	14	MS[y]	24.5	MS	8.2	HS
	'Taikeng 9' (control variety)	17	MS	25.5	S	6.9	S
2nd	'Tainung 81'	21	MS	22.5	MS	6.4	MS
	'Taikeng 9' (control variety)	27	S	26.5	S	6.8	S

[z] Bacterial leaf blight strain.
[y] R: resistant; MR: moderately resistant; MS: moderately susceptible; S: susceptible; and HS: highly susceptible.

表 9. 「台農 81 號」對飛蝨類蟲害之抵抗性。

Table 9. Rice planthoppers resistance of 'Tainung 81'.

		Brown planthopper				White black planthopper		Small brown planthopper	
		Seedling		Plant					
Variety	Year	Score	Reaction	Score	Reaction	Score	Reaction	Score	Reaction
'Tainung 81'	2011	7	S[z]	5	MR	7	S	5	MR
	2012	5	MR	5	MR	7	S	5	MR
	Range	5–7	MR–S	5	MR	7	S	5	MR
	Mean	6	MR	5	MR	7	S	5	MR
'Taikeng 9' (control variety)	2011	7	S	9	S	9	S	9	S
	2012	7	S	9	S	7	S	7	S
	Range	7	S	9	S	7–9	S	7–9	S
	Mean	7	S	9	S	8	S	8	S

[z] R: resistant; MR: moderately resistant; and S: susceptible.

kg ha^{-1} 增產 21.8%；第 2 期作全區平均產量為 5,680 kg ha^{-1}，較對照品種「台稉 9 號」之 5,226 kg ha^{-1} 增產 8.7%，惟與「台稉 9 號」間無顯著差異。就各地區平均公頃產量而言，「台農 81 號」除了在屏東地區 2 期作以及花蓮地區的第 2 期作與「台稉 9 號」間無顯著差異外，其他地區在 2 期作之平均公頃產量均顯著較「台稉 9 號」為高，產量表現穩定。

在氮肥效應上，以投資報酬率衡量「台農 81 號」之氮肥施用效率，每施用 1 元氮素所獲得利益計算，在第 1 期作「台農 81 號」的報酬效益以氮素施用量由 120 kg ha^{-1} 增加至 160 kg ha^{-1} 時效益最大，每增施 1 元氮素有 7.39 元之產值，每增施 1 kg 氮肥有 221.7 元產值，顯示「台農 81 號」在第 1 期作的最適氮肥施用量為 160 kg ha^{-1}。在第 2 期作「台農 81 號」的氮肥施用報酬率，以施用量由 120 kg ha^{-1} 增加至 160 kg ha^{-1} 時效益最大，每增施 1 元及 1 kg 氮素其報酬效益最高分別為 8.84 元及 265.2 元，顯示「台農 81 號」在第 2 期作的最適氮肥施用量亦為 160 kg ha^{-1}。綜合稻穀產量及氮素施用效益，「台農 81 號」在 120–160 kg ha^{-1} 的條件下，其氮素施用效益為最高，可減少農民氮肥投入成本，符合合理化施肥的政策目標。

「台農 81 號」株高在第 1 期作為 90.4 cm，第 2 期作為 93.9 cm，均與「台稉 9 號」無顯著差異，株型理想，抗倒伏性屬直立級不易倒伏，為株型良好不易倒伏之品種。其脫粒性中等，適合機械採收；穗上發芽率較低，可減少水稻成熟期遭遇連續下雨而導致品質及產量之損失。其耐寒性於第 2 期作為感級 (S)，

表 10.　「台農 81 號」在區域試驗之米粒理化特性表現。

Table 10.　Grain physicochemical characteristics of ‘Tainung 81’ in the regional yield trial.

			Milling quality			Grain appearance						Cooking and eating quality				
Variety	Volumetric weight of paddy (g L^{-1})	Water content (%)	Brown rice (%)	Total milled rice (%)	Head rice (%)	Brown rice length	Brown rice shape	Translucency	White center	White belly	White back	Alkali spreading	Gelatinization temperature (℃)	Amylose content (%)	Crude protein content (%)	Gel consis-tency (mm)
1st crop season																
‘Tainung 81’	556.6	13.9 a[z]	80.70 a	69.80 a	57.90 a	S[y]	B[x]	3.3	0.18	0.12	0.62	6	L	18.1 a	5.21 a	93S
‘Taikeng 9’ (control variety)	567.7	13.8 a	80.22 a	68.24 a	55.90 a	S	B	3.0	0.14	0.30	0.44	6	L	16.2 b	5.24 a	95S
2nd crop season																
‘Tainung 81’	553.8	13.8 a	82.10 a	73.46 a	67.72 b	S	B	3.0	0.00	0.11	0.00	6	L	20.9 a	6.07 a	90S
‘Taikeng 9’ (control variety)	581.1	13.9 a	82.34 a	73.98 a	69.30 a	S	B	3.0	0.28	0.07	0.00	6	L	19.4 b	5.87 b	96S

[z] Means within each column of each crop season followed by the same letter are not significantly different at 5% level by least significant difference (LSD) test.
[y] Length of brown rice: EL (extra long): > 7.50 mm; L (long): 6.61–7.50 mm; M (medium): 5.51–6.61 mm; and S (short): < 5.51 mm.
[x] Length and width ratio of brown rice: S (slender): > 3.0; I (intermediate): 2.1–3.0; and B (bold): < 2.1.

表 11.　「台農 81 號」在區域試驗之食味品質。

Table 11. Grain palatability of 'Tainung 81' in the regional yield trial.

Crop season	Variety	Year	Appearance	Aroma	Flavor	Cohesion	Hardness	Overall
1st	'Tainung 81'	2011	0.333 B[z]	0.000 B	0.000 B	-0.056 B	-0.167 B	-0.056 B
		2012	0.000 B	0.000 B	-0.111 B	-0.278 B	0.611 A	-0.111 B
	'Taikeng 9' (control variety)	2011	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B
		2012	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B
2nd	'Tainung 81'	2011	-0.100 B	0.000 B	-0.100 B	-0.050 B	0.500 A	-0.050 B
		2012	-0.050 B	0.000 B	-0.250 B	-0.300 B	0.500 A	-0.250 B
	'Taikeng 9' (control variety)	2011	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B	0.000 B
		2012	0.000 B	0.000 B	-0.050 B	-0.050 B	0.050 B	-0.050 B

[z] A: better than control variety; B: same as control variety; and C: less than control variety.

表 12.　「台農 81 號」在稻穀儲藏試驗中之食味品質。

Table 12. Grain palatability of 'Tainung 81' at different storage temperatures for different durations.

Storage period (month)	Variety	Storage temperature	Appearance	Flavor	Hardness (kgf)	Cohesion (kgf)
1	'Tainung 81'	Ambient	5.1 B[z]	60.7 B	4.74 B	0.62 B
		15℃	5.3 B	62.0 B	4.23 B	0.61 B
	'Taikeng 9'[y]	Ambient	5.4 B	62.6 B	4.76 B	0.62 B
		15℃	5.3 B	62.0 B	4.61 B	0.65 B
2	'Tainung 81'	Ambient	4.9 B	58.7 B	5.61 A	0.79 A
		15℃	4.6 B	57.6 B	4.68 B	0.65 C
	'Taikeng 9'	Ambient	4.7 B	58.3 B	4.63 B	0.65 B
		15℃	4.9 B	59.3 B	4.62 B	0.70 B
3	'Tainung 81'	Ambient	4.5 B	57.4 B	4.47 B	0.59 C
		15℃	5.0 A	60.1 A	4.50 B	0.75 A
	'Taikeng 9'	Ambient	4.4 B	56.3 B	4.82 B	0.71 B
		15℃	4.8 B	59.3 B	4.44 B	0.69 B
4	'Tainung 81'	Ambient	4.3 B	55.8 B	5.11 A	0.71 B
		15℃	4.4 B	57.1 B	4.80 B	0.80 B
	'Taikeng 9'	Ambient	4.7 B	58.3 B	4.65 B	0.74 B
		15℃	4.4 B	56.5 B	4.60 B	0.85 B

[z] A: better than control variety; B: same as control variety; and C: less than control variety.
[y] Control variety.

不具耐寒性，故第 2 期作不宜過晚種植，以避免生育後期遭受寒害。

「台農 81 號」抗稻熱病檢定結果，在嘉義市及關山鎮之稻熱病水田式病圃中對於葉稻熱病及穗稻熱病均表現抗級 (R) 反應，而在旱田式病圃對葉稻熱病呈現抗級 (R)-中抗級 (MR)，明顯優於對照品種「台稉 9 號」之極感級 (HS)。「台農 81 號」對於褐飛蝨及斑飛蝨亦具有中度抵抗性 (MR)，顯示其為抗稻熱病及稻飛蝨之品種，可減少對此 3 種病蟲害之防治費用，節省生產成本。惟稻熱病病原菌具有易變性，容易在大面積栽培後因稻熱病菌生理小種產生變異而造成損失 (Ou 1980)，故在大面積栽培後仍應注意防治。

白葉枯病是嚴重危害水稻的主要病害之一，危害時會造成水稻減產 (Mizukami &

Wakimoto 1969)。「台農 81 號」對白葉枯病檢定的 2 個菌株 XM42 及 XF89-b，均反應為中感級 (MS)，顯示其對白葉枯病之抵抗性不佳，故應注意適時防治，在颱風及豪雨過後尤應注意。「台農 81 號」對紋枯病之抵抗性為極感級 (HS)-中感級 (MS)，不具抗性，若在生育後期施用過量氮肥易使紋枯病發病，故應注意防治。

稻米品質主要包括碾米品質、穀粒外觀、烹調與食用特性等 (Kaul 1970)，易受遺傳與環境影響 (Krishnan & Rao 2005)。而碾米品質主要包括糙米率、白米率與完整米率 (Bhashyam & Srinivas 1984)，易受品種特性影響。「台農 81 號」之稻米品質，糙米率、白米率及完整米率在第 1 期作均與對照品種「台稉 9 號」間無顯著差異；區域試驗透明度值第 1 期作為 3.3，高於對照品種「台稉 9 號」，第 2 期作則與對照品種同樣為 3.0。白堊質方面，在第 1 期作心白、腹白及背白之總和為 0.92，較「台稉 9 號」之 0.88 為高，但在第 2 期作總和為 0.11，低於「台稉 9 號」之 0.35，顯示其米粒外觀與「台稉 9 號」近似，並以第 2 期作尤佳。惟其直鏈澱粉含量在 2 期作均顯著高於「台稉 9 號」，因此在烹煮時可先浸泡並酌量增加水量，使米飯軟硬度更適中可口。米飯食味品質除第 2 期作硬性較「台稉 9 號」硬，其他各項食味品質表現均與「台稉 9 號」同屬於 B 級，顯示其米飯食味與「台稉 9 號」相當。

綜合「台農 81 號」於區域試驗與特性檢定的表現，顯示此品種具有米粒外觀良好、透明度佳、食用品質優良、稻穀產量與「台稉 9 號」間無顯著差異、株型良好不易倒伏、抗稻熱病、褐飛蝨及斑飛蝨、氮肥低投入高效益、穗上發芽率較低、脫粒性適中，適合機械採收等優良特性，適合有機、減藥及合理化施肥栽培，可降低對環境之衝擊，符合食品安全及友善環境等目標，將有助於提昇我國稻米產業競爭力，增加農民收益。惟其仍具有一些缺點，包括對部分病蟲害 (如白葉枯病、紋枯病及白背飛蝨) 之抵抗性不佳，栽培時應注意適時防治；以及第 2 期作耐寒性平均為感級 (S)，因此第 2 期作不宜過晚種植，避免生育後期低溫對產量及品質造成不良影響。

建議「台農 81 號」的栽培管理上應注意：(1) 就區域試驗之綜合表現而言，「台農 81 號」適宜全台各地區第 1 期作及第 2 期作栽培，惟仍應注意適地適時栽培為佳。(2)「台農 81 號」屬中晚熟品種，雖具有中度之耐寒性，惟栽培時應依照各地區最適當之時期栽植，尤其北部地區第 2 期作應避免過晚種植，以減少生育後期低溫對於產量及品質造成之不良影響。(3)「台農 81 號」株高中等，耐倒伏性佳，栽培時應注意前期施肥，以增加有效分蘗數，發揮高產潛能；生育中期應力行曬田，以抑制無效分蘗，促進根部活性，防止倒伏；生育後期酌施穗肥以增加一穗穎花數、稔實率及千粒重，以確保產量。基於合理化施肥與友善環境的考量下，2 期作氮肥施用量均以 120–160 kg ha^{-1} 為宜，得視栽培地區，地力肥瘠，栽培之前作物及氣象因素等酌量增減，並依施肥手冊實施之。(4)「台農 81 號」在第 2 期作之穗上發芽率較低，雖可減少因連續降雨而導致發芽影響產量與品質，但若欲做為第 1 期作稻種時，稻穀應充分乾燥並做適當之催芽處理，以免影響秧苗品質。(5)「台農 81 號」對於稻熱病及褐飛蝨雖具有抵抗性，惟仍應注意生理及生物小種之變化及抗藥性等問題。其對白葉枯病、紋枯病及白背飛蝨等病蟲害之抵抗性欠理想，栽培時應依病蟲害預測警報及田間實際發生情形，適時以經濟防治之準則進行防治。(6) 為確保稻米品質，應適時收穫，乾燥過程不宜過速或過度乾燥，建議依良質米收穫與乾燥操作方式進行作業，並將稻穀水分維持在 14–14.5% 之間，儲存於通風冷涼之處或低溫冷藏。(7) 收穫前勿過早斷水，應經常保持土壤濕潤，以免影響米質，最適當之斷水時間約為收穫前 7 d。(8) 其他栽培管理可依照一般稉稻栽培方法實施之。

誌謝

本品種之育成承蒙行政院農業委員會經費補助，並承各稻作試驗改良場所負責區域試驗與特性檢定專家之協助，以及本分所稻作研究室同仁協助各項資料調查及米質分析，謹此併致謝忱。

引用文獻

Bhashyam, M. K. and T. Srinivas. 1984. Varietal difference in the topography of rice grain and its influence on milling quality. J. Food Sci. 49:393–395.

Chuang, S. L., G. C. Lin, and W. C. Wu. 1990. Breeding of a new japonica rice variety 'Taikeng 2'. Tainan DARES. 25:1–20. (in Chinese with English abstract)

Fujita, D., A. Kohli, and F. G. Horgan. 2013. Rice resistance to planthoppers and leafhoppers. CRC Crit. Rev. Plant Sci. 32:162–191.

International Rice Research Institute. 2002. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute. Manila, Philippines. 56 pp.

Kaul, A. K. 1970. Early generation testing for quality characters. II. Rice. Indian J. Genet. Plant Breed. 30:237–243.

Krishnan, P. and A. V. S. Rao. 2005. Effects of genotype and environment on seed yield and quality of rice. J. Agric. Sci. 143:283–292.

Mizukami, T. and S. Wakimoto. 1969. Epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice. Annu. Rev. Phytopathol. 7:51–72.

Ou, S. H. 1980. Pathogen variability and host resistance in rice blast disease. Annu. Rev. Phytopathol. 18:167–187.

Selvaraj, C. I., P. Nagarajan, K. Thiyagarajan, M. Bharathi, and R. Rabindran. 2011. Studies on heterosis and combining ability of well known blast resistant rice genotypes with high yielding varieties of rice (*Oryza sativa* L.). Intl. J. Plant Breed. Genet. 5:111–129.

Development of a New Japonica Rice Cultivar 'Tainung 81'

Yong-Pei Wu[1], Dah-Jing Liao[1], Chih-Hao Chiu[2], and Szu-Yi Chou[2,*]

Abstract

Yong, P. W., D. J. Liao, C. H. Chiu, and S. Y. Chou. 2019. Development of a new Japonica rice cultivar 'Tainung 81'. J. Taiwan Agric. Res. 68(2):148–164.

Rice is the main staple in Taiwan. In response to the impact of imported rice and consumption trend, developing new varieties with a focus on improved quality, yield, and pest resistances have become the main objectives for rice breeding improvement in Taiwan. 'Tainung 81', from the line Chianung-yu 981027, was developed by crossing 'Taikeng 2', the female parent variety, with Chianung-yu 902036, the male parent line with disease resistance, insect resistance, erect plant type, and lodging resistant characters, at the Chiayi Agricultural Experiment Branch of Taiwan Agricultural Research Institute in the first crop season of 2006. The progenies were selected by the pedigree method. After 5 generations, the line of Chianung-yu 981027 was selected in the first crop season of 2009. After the processes of primary yield trial, advanced yield trial, regional yield traits, and various agronomic characteristics tests, this selected line showed good traits, including moderate threshing, preharvest sprouting, lodging resistance, and resistance to rice blast and planthoppers. Its grain appearance and taste were similar to the control variety 'Taikeng 9'. There were no significant difference between rice Chianung-yu 981027 and the control variety 'Taikeng 9' in grain yield. Therefore, it was formally renamed as 'Tainung 81' in 2017 and is considered suitable for reducing pesticide, rational fertilization, and organic cultivation. It is an alternative quality rice for the farmers and market.

Key words: Japonica rice, *Oryza sativa* cv. 'Tainung 81', Resistance to rice blast and planthoppers.

Received: July 31, 2018; Accepted: December 17, 2018.
[*] Corresponding author, e-mail: gracechou@dns.caes.gov.tw
[1] Associate Research Fellows, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.
[2] Assistant Research Fellows, Agronomy Department, Chiayi Agricultural Experiment Branch, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, ROC.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 68(2):165–176 (2019)
DOI:10.6156/JTAR.201906_68(2).0006

研究報告

甜瓜抗白粉病新品種「台農 2 號」之育成

王毓華 [1,*]　張庚鵬 [2]　黃晉興 [3]　吳錫家 [4]

摘要

王毓華、張庚鵬、黃晉興、吳錫家。2019。甜瓜抗白粉病新品種「台農 2 號」之育成。台灣農業研究 68(2):165–176。

為育成抗白粉病 (powdery mildew; PM) 之甜瓜 (*Cucumis melo* L.) 雜交新品種，將行政院農委會農業試驗所育成之 6 個網紋綠肉自交系的抗病性、果形、果實大小、果皮網紋及果肉厚度、甜度等性狀進行評估。抗病性篩選採用葉圓片人工接種法及調查田間自然發病率，先篩選出具抗白粉病之 M15033 和 TARI-08874 兩個自交系，並透過雜交育種法育成一代雜交種。接著進行品系比較試驗與區域試驗，最後選育出雜交新品系 TARI-M-104。本雜交新品系於 2018 年 7 月 11 日經行政院農業委員會植物品種審議委員會通過取得品種權，命名為甜瓜「台農 2 號」。本品種屬於網紋綠肉洋香瓜，對由白粉病菌生理小種 1 (*Podosphaera xanthii* race 1) 具有抗性，惟對生理小種 5 (*P. xanthii* race 5) 則呈現感病性，果實重量約 1,300 g、平均糖度為 13.2°Brix、果肉厚度約 4.0 cm、網紋優美等特性，當果實成熟後果皮會轉為金黃色，並散發特殊香氣，因此甜瓜「台農 2 號」具有推廣於設施栽培之發展潛力。

關鍵詞：甜瓜、育種、白粉病。

前言

甜瓜 (*Cucumis melo* L.) 為葫蘆科一年生蔓性草本作物，台灣目前栽培的種類依果實外型分為二大類，包括厚皮甜瓜及薄皮甜瓜，其中厚皮甜瓜類型以洋香瓜較為普遍。通常洋香瓜果實依果皮外觀，可分為有網紋及無網紋，而網紋之密疏粗細，品種間亦有差異。果皮有綠色、淺黃色、金黃色等，果肉又可分為綠色、橙色、白色等，果型更是多元變化 (Fernández-Trujillo *et al*. 2011)。根據行政院農業委員會 2017 年農業統計年報，洋香瓜平均栽培面積約 2,523 ha，平均產量 1,373 kg 0.1 ha^{-1}。主要生產期為 11 月至翌年 5 月，主要產區為台南市 (59.6%) 及雲嘉地區 (25.5%) (Council of Agriculture 2017)。網紋洋香瓜因外觀優美、果肉甜而多汁，廣受消費市場喜愛，係高經濟價值作物，也帶動種子價格居高不下，為種苗業主力項目之一。

由於台灣地區氣候常高溫多濕，甜瓜生育期間從苗期到採收期，經常面臨各種病蟲害威脅，危害嚴重時幾乎無收成。爲穩定生產，甜瓜多採塑膠布隧道棚方式栽培或以簡易溫室栽培，然光照不足、溼度提高及通風不良等因素，造成甜瓜白粉病 (powdery mildew; PM) 之發生極為普遍，影響甜瓜正常生長。台灣甜瓜白粉病菌，主要為 *Podosphaera xanthii* race 1 和 race 5 (Huang & Wang 2007)。早期台灣主要栽培品種大多不具抗病性，Wang *et al*. (2004) 篩選 19 個國內商業栽培品種，其中只有 3 個橙色果肉之網紋洋香瓜對 *P. xanthii* race 1 具有抗病性，近年陸續亦有綠色果肉的抗病品種推

投稿日期：2018 年 10 月 8 日；接受日期：2018 年 12 月 18 日。
* 通訊作者：yhwang@tari.gov.tw
1 農委會農業試驗所農場管理組研究員兼組長。台灣 台中市。
2 農委會農業試驗所農業化學組副研究員。台灣 台中市。
3 農委會農業試驗所植物病理組副研究員。台灣 台中市。
4 農委會農業試驗所農場管理組副研究員。台灣 台中市。

廣。根據甜瓜抗白粉病育種材料之抗病性遺傳分析，自交系 TARI-08874 帶有顯性主效抗病基因，若能結合優良果實性狀，將可育成具有抗病性之高品質甜瓜新品種 (Wang *et al*. 2016)。

本育種研究同時進行果實園藝性狀評估與白粉病抗病性篩選，利用人工接種技術，以選拔具有抗病性之甜瓜自交系，再進行雜交。育成抗白粉病之新品種，並於夏季高溫期，評估溫室內果實生長與發育，以期育成抗白粉病且兼具高品質之網紋洋香瓜可推廣應用。

材料與方法

網紋洋香瓜自交系抗白粉病評估及果實園藝性狀調查

白粉病人工接種與抗病性檢定：以行政院農業委員會農業試驗所 (農試所) 育成之網紋洋香瓜自交系、商業品種「金輝」(感病對照) 與抗病種原 MR-1 (抗病對照) 共 15 個品系供試，於 2012 年 2 月將種子消毒浸種後播種於直徑 10 cm 之塑膠盆，栽培於 28℃/22℃ (day/night)、光照 12 h 之隔離生長箱中。採逢機完全區集設計 (randomized complete block design; RCBD)，2 重複，每重複 5 株。當第 3 片本葉完全展開時，切取第 2 片本葉以自來水洗淨，再經消毒水 (1% 次氯酸鈉，200 mL 消毒水加入數滴 Tween-20 界面活性劑攪拌) 表面消毒 1 min，無菌水漂洗 3 次，吸乾游離水。以經高溫滅菌後之金屬圓柱器具切取直徑 1.5 cm 葉片圓盤，正面朝上，置於盛有 2 層濾紙之塑膠培養皿內。添加適量 M-solution (mannitol 10,000 ppm, benzimidazole 30 ppm, 50 ppm tetracyclin)，使濾紙完全濕潤並有游離水產生 (Epinat *et al*. 1993; Huang *et al*. 2002)。將盛有葉片圓盤之培養皿置於高 70 cm、底 28 cm 之圓椎管底部，於圓椎上管口以加壓氣流分別將白粉病菌 (*P. xanthii* race 1) 菌株 Px-274 之分生孢子 (農業試驗所植物病理組真菌病害研究室提供) 直接吹落，施行人工接種，每 1 cm^2 約 50–100 個孢子。將培養皿加蓋密封，置於 24℃/18℃ (day/night)、光照 12 h 之生長箱中培養 10–14 d，記錄各葉片圓盤之發病等級 (Huang *et al*. 2002; Kenigsbuch & Cohen 1992)。白粉病之發病等級分為 0–9 共 10 級：0 級-無病斑；1 級-病斑占葉片面積 10%；3 級-病斑占葉片面積 50%；5 級-病斑占葉片面積 80%；7 級-病斑占葉片面積 100%，但孢子量稀薄；9 級-病斑占葉片面積 100%，但孢子量厚實，且葉片圓盤褐化 (Epinat *et al*. 1993; Mohamed *et al*. 1995)。發病等級 < 1 為抗病，發病等級 1–3 為中感，發病等級 > 3 則為感病 (Floris & Alvaeez 1995)。

果實園藝性狀調查：試驗於 2012 年 2 月播種，將種子播種於 3 吋盆，育苗介質為泥炭土 (BVB, Westland, The Netherlands)，置於 28℃/22℃ (day/night)、光照 12 h 之生長箱中栽培約 4 wk。當第 3 片本葉完全展開時 (育苗時間約 18 d)，定植於農業試驗所塑膠布簡易溫室 (台中市霧峰區)，採土耕直立式栽培，行株距為 1.80 m × 0.50 m。栽培管理方式採用慣行法，每週施以稀釋 1,500× 之 Peter's (Peter Professional®, Everris NA, Inc., Geldermalsen, The Netherlands) 溶液。待果實成熟，採收成熟果調查園藝性狀。果實採收期依果實表面顏色情形作判斷。調查果實性狀說明如下：(1) 果實重量 (fruit weight; FW)；(2) 最大果徑，亦即果寬 (fruit diameter; FD)；(3) 果長 (fruit length; FL)；(4) 果肉厚度 (flesh thickness; FT)，包含果肉及果皮；(5) 果肉糖度 (soluble solid content; SSC)，果肉榨汁後以糖度計 (ATAGO hand refractometer, ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan) 測得可溶性固形物含量；(6) 網紋等級 (netting; NET)，以肉眼辨識，分級標準為 0 (無網紋)、1 (稀疏)、3 (中等) 和 5 (極密)；(7) 果肉顏色 (flesh color; FCOL)：分為綠色 (green; G)、橙色 (orange; O)、白色 (white; W)。

抗病自交系之雜交

將前項試驗所採收的種子於 2012 年 8 月播種，育苗方式與上述試驗相同，當第 3 片本葉完全展開時 (育苗約 18 d) 即可定植於農業試驗所塑膠布簡易溫室 (台灣台中市)。採土耕直立式栽培，行株距為 1.80 m × 0.50 m。栽培管理採用慣行法，每週施加稀釋 1,500× 之

Peter's (Peter Professional®, Everris NA, Inc., Geldermalsen, The Netherlands)。以自交系 M15033、M15039、M15052、M15053、M15062 及 M15063 為母本，分別與 TARI-08874 進行人工雜交。當植株進入開花期，於母本植株上選取第 10–15 節之雌花，再於開花前一天下午進行人工去雄並套袋。同時間於父本植株上選定健康雄花套袋隔離，隔天早上進行人工雜交授粉。待果實成熟，採收成熟果實內的一代雜交種種子，洗淨烘乾後備用。

網紋洋香瓜抗病雜交新品系評估

以前項雜交試驗所採收一代雜交網紋洋香瓜種子為試驗材料，共有 6 個雜交新品系供試：TARI-M-104 (M15033 × TARI-08874)、TARI-M-303 (M15039 × TARI-08874)、TARI-M-321 (M15052 × TARI-08874)、TARI-M-324 (M15053 × TARI-08874)、TARI-M-332 (M15062 × TARI-08874) 及 TARI-M-333 (M15063 × TARI-08874)。該 6 個雜交新品系於 2013 年 2 月播種，將種子播種於 3 吋盆，育苗方式與田間栽培管理方式，與前項雜交試驗相同。待果實成熟，採收調查果實園藝性狀。果實採收期，依果實表面成熟情形作判斷。調查果實性狀同自交系育成試驗，包括：(1) 果實重量 (FW)；(2) 最大果徑 (果寬 , FD) (3) 果長 (FL)；(4) 果肉厚度 (FT)；(5) 果肉糖度 (SSC)。對白粉病之抗感病性反應，接種方式同自交系抗病性檢定試驗，白粉病菌 (*P. xanthii* race 1) 菌株 Px-274 分生孢子和菌株 Px-359 (*P. xanthii* race 5) 由農試所植物病理組真菌病害研究室提供。發病等級調查標準與前項試驗相同。發病等級 < 1 為抗病，發病等級 1–3 為中感，> 3 為感病。

以 TARI-M-104、母本 M15033、父本 TARI-08874、TARI-08874×M15033、M15033 × TARI-08874 (TARI-M-104)、「香華」(‘Xiang-Hua’, Known-you Seed Co., Kaohsiung, Taiwan)、「恩華」(‘En-Hua’, Known-you Seed Co.)、「美華」(‘Mei-Hua’, Known-you seed Co.)、「富華」(‘Fu-Hua’, Known-you Seed Co.)、‘IRAN-H’ (感病對照) 及 ‘WMR29’ (抗病對照) 為試驗材料，於 2013 年 8 月播種，進行白粉病菌分生孢子 Px-274 (*P. xanthii* race 1) 和 Px-359 (*P. xanthii* race 5) (農業試驗所植物病理組真菌病害研究室提供) 之人工接種試驗。接種方式、發病等級與前項試驗相同，當平均發病等級 < 1 為抗病，平均發病等級 1–3 為中感，平均發病等級 > 3 則為感病。再將這些試驗材料種苗於 2013 年 6 月定植於溫室，田間採 RCBD，2 重複，每重複 10 株。採土耕直立式栽培，栽培管理方式與前項試驗相同，以人工引蔓使莖葉完全生長至栽培棚架上方 (約 1.80 m)，調查每一株之主蔓，從頂梢開始計算 10 片葉片。分別記錄每一葉片之發病等級，將每一株之發病等級計算平均值，即為該單株之平均發病等級，發病等級 < 1 為抗病，發病等級 1–3 為中感，發病等級 > 3 則為感病。

網紋洋香瓜抗病雜交新品系比較試驗及區域試驗

以抗白粉病雜交新品系 TARI-M-104、TARI-M-324、TARI-M-323 及對照品種「淑芬」(‘Shu-Fen’, Known-you Seed Co.) 為試驗材料，於 2015 年 5 月播種，栽培於嘉義縣太保市之溫室。育苗方式與田間栽培管理方式，同前項自交系之育成試驗；待果實成熟，採收成熟果調查果實園藝性狀，包括果實重量 (FW)、最大果徑 (FD)、果長 (FL)、果肉厚度 (FT) 及果肉糖度 (SSC)。

區域試驗以抗白粉病雜交新品系 TARI-M-104 及對照品種「美華」、「香華」為試驗材料，於 2015 年 7 月播種，8 月 8 日定植，栽培於雲林縣水林鄉之甜瓜溫室。採土耕直立式單蔓栽培，於 2015 年 11 月 8 日開始採收果實。育苗方式、田間栽培管理方式及果實園藝性狀調查項目，均同新品系比較試驗。

新品系 TARI-M-104、其親本 M15033 (母本)、TARI-08874 (父本) 及對照品種「玉蕙」(‘Yu-Huei’, Moralburg Seed Co., Ltd., Taipei, Taiwan)、「玉珊 2 號」(‘Yu-Shan No. 2’, Moralburg Seed Co.)、「香華」(‘Xiang-Hua’, Known-you Seed Co.) 於 2016 年 2 月播種，3 月 10 日定植於農業試驗所溫室 (台中市霧峰區) 之甜瓜栽培溫室。採離土直立式單蔓栽培，栽培介質為泥炭土，養液配方由農試所農業化學組植物營養研究室提供。6 月 15 日開始採收果實，

由育苗、生長管理及果實採收之各項調查與新品系比較試驗相同。

結果

甜瓜自交系抗白粉病評估及果實園藝性狀調查

農試所育成之 15 個網紋洋香瓜自交系經人工接種，進行白粉病 (*P. xanthii* race1) 抗病檢定，根據結果顯示有 8 個自交系具抗病性 (發病等級 < 1 為抗病)，包括 TARI-08874、M15033、M15038、M15039、M15061、M15062、M15063 及 M15041 (表 1)。其中，7 個為綠色果肉，1 個為橙色果肉；中感有 3 個，包括 M15051、M15052 及 M15053，其中 2 個為綠色果肉，1 個為橙色果肉。四個感病自交系為 M15044、M15046、M15043 及 M15056，其中 2 個為綠色果肉，橙色果肉及白色果肉各 1 個。

調查各網紋洋香瓜自交系的果實外觀及果肉品質，果實重量介於 933.3–1,712.5 g，果形 (長寬比 = 0.95–1.42) 為圓形或短橢圓形，果肉厚度為 3.2–4.0 cm，果肉糖度最低為 4.5°Brix、最高為 11.7°Brix，網紋等級除 M15041 (平均網紋等級為 2.8) 較低，其他自交系的平均網紋等級均有 3.3 以上，11 個自交系的網紋等級超過 4.0 以上 (表 1)。

篩選具抗病性之優良自交系進行人工雜交

綜合考量各網紋洋香瓜自交系對白粉病 (PM, *P. xanthii* race1) 之抗病性、果實糖度及網紋等級，挑選綠色果肉之自交系進行雜交。選出優良自交系包括 TARI-08874、M15033、M15039、M15052、M15053、M15062 及 M15063，其中 TARI-08874 具有抗病性、果實園藝性狀優良。以 TARI-08874 為親本，分別與其他 6 個優良自交系雜交，得到 6 個雜交新品系 (圖 1)，分別為 TARI-M-104 (M15033 × TARI-08874)、TARI-M-303 (M15039

表 1.　甜瓜自交系之果實性狀及對白粉病 (PM; *Podosphaera xanthii* race1) 之抗性。

Table 1.　Fruit traits of melon inbred lines and resistance to powdery mildew (PM), caused by *Podosphaera xanthii* race 1.

Inbred line	FW[z] (g)	FD (cm)	FL (cm)	FT (cm)	SSC (°Brix)	NET	PM[y] (race 1)	FCOL[x]
TARI-08874	1,342.4 ± 87.5	14.1 ± 0.1	13.4 ± 0.4	3.9 ± 0.1	10.3 ± 0.5	4.1 ± 0.2	0.0	G
M15033	1,087.5 ± 118.1	12.9 ± 0.5	12.7 ± 0.7	3.7 ± 0.1	8.6 ± 1.3	4.5 ± 0.6	0.0	G
M15038	1,620.0 ± 466.0	13.8 ± 0.7	16.9 ± 3.4	4.0 ± 0.5	9.4 ± 1.4	3.3 ± 1.2	0.8 ± 0.75	G
M15039	933.3 ± 236.3	11.8 ± 1.0	12.7 ± 1.2	3.2 ± 0.4	5.3 ± 0.4	4.7 ± 0.6	0.5 ± 0.50	G
M15044	1,616.7 ± 633.1	14.0 ± 2.0	16.6 ± 2.1	3.9 ± 1.4	11.7 ± 1.1	4.0 ± 1.7	6.8 ± 0.75	G
M15046	1,026.7 ± 20.8	12.4 ± 0.1	12.8 ± 0.2	3.3 ± 0.1	5.2 ± 0.3	5.0 ± 0.0	6.3 ± 0.25	G
M15061	1,216.7 ± 202.1	13.3 ± 0.6	13.9 ± 0.9	3.7 ± 0.2	6.7 ± 2.9	3.3 ± 0.6	0.0	G
M15052	1,133.3 ± 57.7	13.4 ± 1.0	12.8 ± 0.8	3.8 ± 1.0	8.7 ± 1.3	4.0 ± 1.0	1.3 ± 0.25	G
M15053	1,350.0 ± 353.6	13.9 ± 1.6	14.0 ± 1.4	3.6 ± 0.6	6.5 ± 0.0	4.0 ± 1.4	2.0 ± 0.10	G
M15062	1,712.5 ± 265.8	14.8 ± 0.6	15.5 ± 1.6	4.0 ± 0.2	8.5 ± 2.4	4.3 ± 0.5	0.0	G
M15063	1,700.0 ± 424.3	13.4 ± 1.6	16.5 ± 2.1	3.9 ± 0.5	10.5 ± 2.1	3.5 ± 0.7	0.0	G
M15043	1,672.5 ± 376.4	14.4 ± 1.1	16.3 ± 1.3	3.4 ± 0.3	7.3 ± 1.7	4.0 ± 1.2	5.0 ± 1.78	O
M15051	1,225.0 ± 318.2	13.6 ± 1.3	12.9 ± 0.8	3.4 ± 0.5	4.5 ± 2.1	4.0 ± 1.4	1.5 ± 0.65	O
M15041	1,230.0 ± 174.0	13.4 ± 0.8	14.1 ± 1.6	3.2 ± 0.9	6.8 ± 0.9	2.8 ± 0.5	0.3 ± 0.25	O
M15056	1,366.7 ± 284.3	12.3 ± 0.3	17.5 ± 2.3	3.7 ± 0.8	11.0 ± 1.5	4.3 ± 0.6	4.5 ± 0.96	W

[z] FW: fruit weight; FD: fruit diameter; FL: fruit length; FT: flesh thickness; SSC: soluble solid content; NET: netting characters; and FCOL: flesh color.
[y] PM: DI < 1, resistance (R); DI = 1–3, moderate susceptible (MS); and DI > 3, susceptible (S).
[x] G: green; O: orange; and W: white.

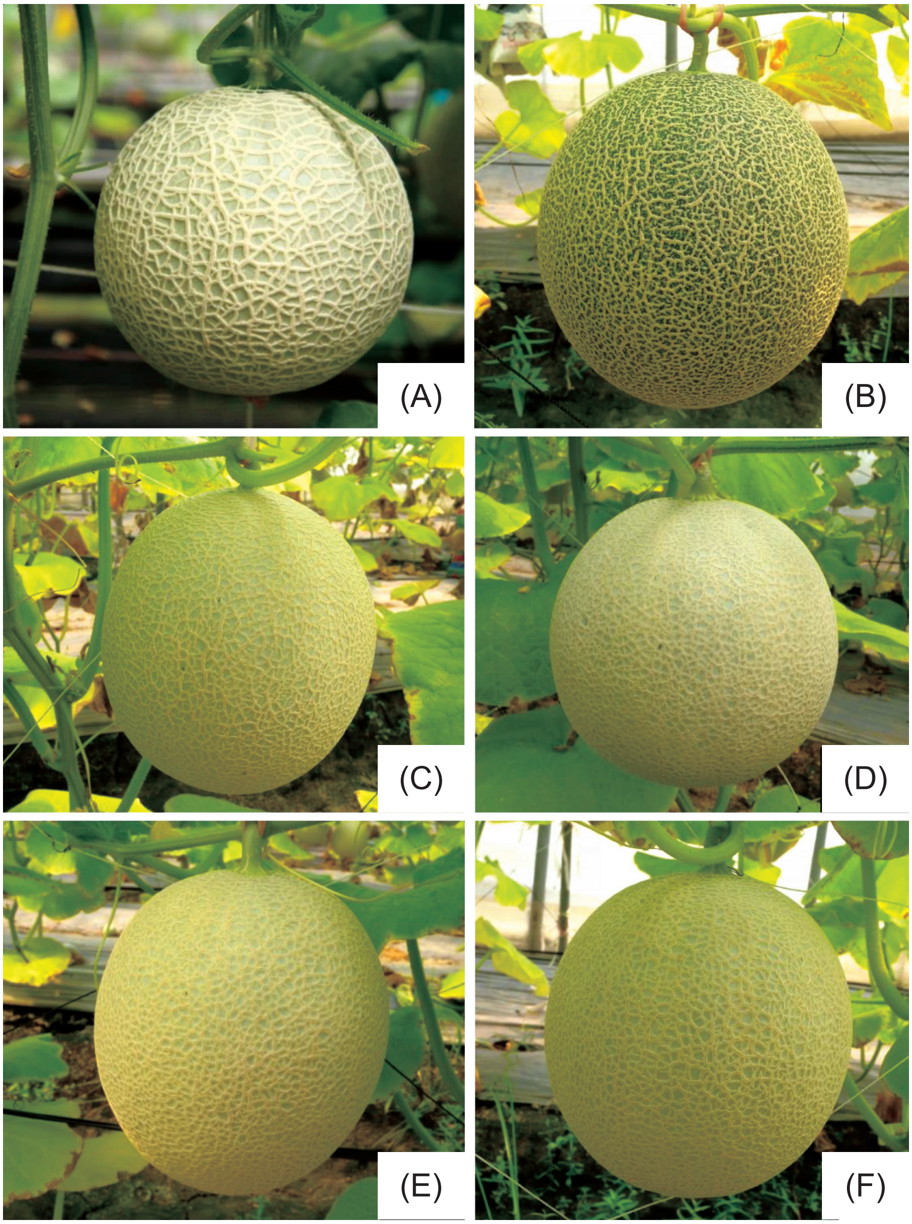

圖 1. 以 TARI-08874 為親本，分別與其他 6 個優良自交系雜交，得到 6 個抗白粉病網紋洋香瓜雜交新品系。(A) TARI-M-104、(B) TARI-M-303、(C) TARI-M-321、(D) TARI-M-324、(E) TARI-M-332 及 (F) TARI-M-333.

Fig. 1. Using TARI-08874 as male parent by crossing 6 inbred lines, respectively, to develop 6 new melon hybrids resistant to powdery mildew. (A) TARI-M-104; (B) TARI-M-303; (C) TARI-M-321; (D) TARI-M-324; (E) TARI-M-332; and (F) TARI-M-333.

× TARI-08874)、TARI-M-321 (M15052 × TARI-08874)、TARI-M-324 (M15053 × TARI-08874)、TARI-M-332 (M15062 × TARI-08874) 及 TARI-M-333 (M15063 × TARI-08874)。

網紋洋香瓜雜交新品系對白粉病抗病性檢定及品系比較試驗

為確認網紋洋香瓜雜交新品系對白粉病之抗病性，以人工接種方式檢定各品系對白粉病

菌 *P. xanthii* race1 之抗感性表現，從人工雜交所得 6 個雜交新品系均表現對白粉病菌具有抗性 (表 2)。進一步調查果實外觀及果肉品質等性狀，果實最大為 TARI-M-332，平均果重為 1,623.9 g，最小為 TARI-M-333，平均果重 1,398.5 g；平均果肉厚度除 TARI-M-324 最低，其它雜交新品系均為 4.2 cm 以上；平均糖度為 10°Brix 以上，僅有 TARI-M-303 略低 (9.7°Brix) (表 2)。新品系 TARI-M-104 平均糖度最高，為 12.0°Brix。根據果實園藝性狀，選拔出新品系 TARI-M-104 為試驗材料，進行區域試驗。

為再次檢定新品系 TARI-M-104 對白粉病 (PM, *P. xanthii* race1 和 race 5) 之抗病性，分別進行人工接種及田間自然發病之調查。新品系 TARI-M-104、母本 M15033、父本 TARI-08874 對白粉病菌 race 1 均為高抗，但對 race 5 則為感病性 (表 3、圖 2)。田間自然發病調查結果顯示，雜交新品系 TARI-M-104、母本 M15033、父本 TARI-08874 對白粉病均呈現抗病性 (表 4)。經採集田間菌株進行挑單胞培養，確認田間主要的病原菌為 *P. xanthii* race 1 (資料未顯示)。

表 2.　甜瓜雜交品系之果實園藝性狀及對白粉病 (PM; *Podosphaera xanthii* race1) 之抗性。

Table 2.　Fruit traits of melon hybrids and resistance to powdery mildew (PM) caused by *Podosphaera xanthii* race 1.

Inbred line	FW[z] (g)	FD (cm)	FL (cm)	FT (cm)	SSC (°Brix)	PM[y] (race 1)
TARI-M-104 (M15033 × TARI-08874)	1,485.9 ± 174.3[x]	14.5 ± 0.6	12.8 ± 0.5	4.5 ± 4.2	12.0 ± 0.7	R
TARI-M-303 (M15039 × TARI-08874)	1,529.3 ± 152.9	14.4 ± 0.4	15.4 ± 0.7	4.2 ± 0.3	9.7 ± 0.7	R
TARI-M-321 (M15052 × TARI-08874)	1,550.7 ± 145.1	14.1 ± 0.4	15.4 ± 0.7	4.2 ± 0.2	10.5 ± 1.3	R
TARI-M-324 (M15053 × TARI-08874)	1,606.0 ± 280.2	14.7 ± 0.8	14.5 ± 0.9	3.9 ± 0.4	11.7 ± 0.9	R
TARI-M-332 (M15062 × TARI-08874)	1,623.9 ± 124.9	14.5 ± 0.4	15.0 ± 0.1	4.2 ± 0.3	10.7 ± 1.0	R
TARI-M-333 (M15063 × TARI-08874)	1,398.5 ± 149.9	13.9 ± 0.4	13.9 ± 0.6	4.3 ± 0.3	10.7 ± 0.7	R
‘Tainung No. 10’	1,678.5 ± 124.1	14.7 ± 0.4	15.4 ± 0.4	4.7 ± 0.4	11.4 ± 1.0	R
‘Tainan No. 11’	1,338.3 ± 164.2	14.7 ± 0.6	15.4 ± 0.6	4.2 ± 0.3	12.4 ± 1.0	R

[z] FW: fruit weight; FD: fruit diameter; FL: fruit length; FT: flesh thickness; and SSC: soluble solid content.
[y] PM: Disease index (DI) < 1, resistance (R); DI = 1–3, moderate susceptible (MS); and DI > 3, susceptible (S).
[x] Mean ± standard error, n = 30.

表 3.　甜瓜抗白粉病雜交新品系、親本及商業品種經人工接種對白粉病菌 race 1 及 race 5 之抗性。

Table 3.　The reactions of new melon hybrid line, two parents and 4 commercial cultivars after inoculating with *Podosphaera xanthii* race 1 and race 5 via leaf disk inoculation.

	Px-274 (race 1)		Px-359 (race 5)	
Line/Cultivar	Mean	Response[z]	Mean	Response
M15033 (P_1)	0.0	R	6.5 ± 0.96	S
TARI-08874 (P_2)	0.0	R	4.0 ± 1.00	S
TARI-08874 × M15033	0.0	R	4.0 ± 1.70	S
M15033 × TARI-08874 (TARI-M-104)	0.0	R	6.3 ± 1.71	S
‘Xiang-Hua’ (commercial cultivar)	5.5 ± 0.96	S	6.8 ± 0.48	S
‘En-Hua’ (commercial cultivar)	0.8 ± 0.48	R	7.0 ± 0.58	S
‘Mei-Hua’ (commercial cultivar)	6.5 ± 0.29	S	7.8 ± 0.25	S
‘Fu-Hua’ (commercial cultivar)	0.0	R	7.3 ± 0.48	S
IRAN-H (CK-S)	6.5 ± 0.5	S	6.3 ± 0.25	S
WMR29 (CK-R)	0.0	R	0.3 ± 0.25	R

[z] PM: DI < 1, resistance (R); DI = 1–3, moderate susceptible (MS); and DI > 3, susceptible (S).

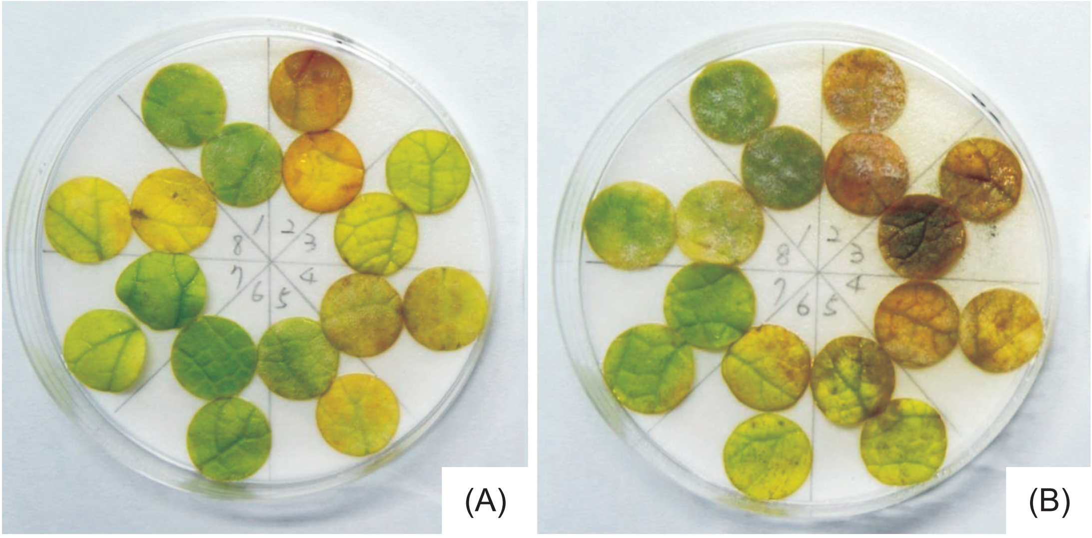

圖 2. 甜瓜抗白粉病雜交新品系、親本及商業品種經人工接種對白粉病菌 race 1 (A) 及 race 5 (B) 之抗性反應。1. ‘Xiang-Hua’；2. ‘En-Hua’；3. ‘Fu-Hua’；4. M15033 (P_1)；5. TARI -08874 (P_2)；6. M15033 × TARI-08874 (TARI-M-104)；7. WMR29 (CK-R)；及 8. IRAN-H (CK-S)。

Fig. 2. The reactions of new melon hybrid line, two parents and 4 commercial cultivars after inoculating with *Podosphaera xanthii* race 1 (A) and race 5 (B) by leaf disk inoculation. 1. ‘Xiang-Hua’; 2. ‘En-Hua’; 3. ‘Fu-Hua’; 4. M15033 (P_1); 5. TARI-08874 (P_2); 6. M15033 × TARI-08874 (TARI-M-104); 7. WMR29 (CK-R); and 8. IRAN-H (CK-S).

表 4. 甜瓜抗白粉病雜交新品系、親本及商業品種田間自然發病 (PM; *Podosphaera xanthii* race 1) 之抗性。

Table 4. The reactions of new melon hybrid line, two parents and 4 commercial cultivars after exposing to powdery mildew (PM; *Podosphaera xanthii* race 1) infection in open field.

Line/Cultivar	Open field (race 1) Response[z]
M15033 (P_1)	R
TARI-08874 (P_2)	R
TARI-08874 × M15033	R
M15033 × TARI-08874 (TARI-M-104)	R
‘Xiang-Hua’	S
‘En-Hua’	R
‘Mei-Hua’	S
‘Fu-Hua’	R
IRAN-H (CK-S)	S
WMR29 (CK-R)	R

[z] PM: DI < 1, resistance (R); DI = 1–3, moderate susceptible (MS); DI > 3, susceptible (S).

甜瓜雜交新品系區域試驗

以 3 個育成之網紋洋香瓜抗白粉病雜交新品系 TARI-M-104、TARI-M-324、TARI-M-323 及對照品種「淑芬」為試驗材料，進行夏季高溫期栽培評估試驗。於嘉義縣太保市之甜瓜栽培溫室，本試驗採用土耕直立式單蔓栽培，於 2015 年 6 月 6 日定植，並於 8 月 20 日開始採收果實，調查其園藝性狀。由調查結果 (表 5)，顯示網紋洋香瓜抗白粉病雜交新品系 TARI-M-104 果實成熟時間約為 45 d，果型為略扁圓形 (長寬比 = 0.90)，TARI-M-324 及 TARI-M-333 則為短橢圓形，TARI-M-104 和 TARI-M-324 的果皮顏色為灰綠色，較符合現行消費市場之需求。新品系 TARI-M-333 平均果重最大，平均單果重為 1,360 g，TARI-M-324 的最小，平均單果重為 1,181 g；果肉厚度以雜交組合 TARI-M-104 最大，為 4.0 cm。各品系平均糖度均在 12.4°Brix 以上，TARI-M-104 及 TARI-M-333 的糖度均可達 13°Brix 以上 (表 5)。因此，依據抗病性檢定及新品系比較結果，選拔雜交新品系 TARI-M-104，進一步在不同區域評估其生育表現。

表 5. 甜瓜雜交品系 TARI-M-104 及對照品種「淑芬」之果實性狀 (嘉義縣太保市)。

Table 5. Fruit traits of the new melon hybrid TARI-M-104 and a commercial cultivar 'Shu-Fen' was used as control (Taibo, Chiayi, 2015).

Line/Cultivar	FW (g)[z]	FD (cm)	FL (cm)	FT (cm)	SSC (°Brix)
TARI-M-104	1,248.2 ± 147.4[y]	14.0 ± 0.4	12.6 ± 0.4	4.0 ± 0.2	13.2 ± 0.4
TARI-M-324	1,181.1 ± 385.5	13.7 ± 1.7	12.4 ± 1.8	3.5 ± 0.4	12.4 ± 1.5
TARI-M-333	1,360.0 ± 82.5	14.3 ± 0.2	13.1 ± 0.3	3.9 ± 0.2	13.4 ± 0.3
'Shu-Fen'	1,098.7 ± 84.3	13.2 ± 0.4	12.1 ± 0.5	3.8 ± 0.1	11.8 ± 0.9

[z] FW: fruit weight; FD: fruit diameter; FL: fruit length; FT: flesh thickness; and SSC: soluble solid content.
[y] Mean ± standard error, $n = 30$.

以抗白粉病雜交新品系 TARI-M-104，以及對照品種「美華」、「香華」在雲林縣水林鄉進行夏季高溫期生長評估。在溫室、採土耕直立式單蔓栽培，於 2015 年 8 月 8 日定植，於 11 月 8 日開始採收果實。新品系 TARI-M-104 果實成熟期約 48 d，果形稍扁圓形 (果實長/寬比 = 0.91)。平均果重為 1,333 g，平均果肉厚度為 4.4 cm，平均糖度則為 11.3°Brix，肉厚及甜度與對照品種相當 (表 6)。

以新品系 TARI-M-104、其兩個親本及對照品種「玉蕙」、「玉珊 2 號」、「香華」於農業試驗所進行夏季栽培試驗，6 月中採收。和對照品種比較，新品系 TARI-M-104 的果實大小、果肉厚度及產量與對照品種「玉蕙」、「香華」相近，平均果重為 1,226 g，果形略微扁圓 (果實長/寬比 = 0.94)，平均果肉厚度為 3.9 cm (表 7、圖 3)，但平均糖度為 13.1°Brix，較對照品種為高。

表 6. 甜瓜雜交品系 TARI-M-104 及對照品種「美華」、「香華」之果實性狀 (雲林縣水林鄉)。

Table 6. Fruit traits of the new melon hybrids TARI-M-104, and 2 commercial cultivars 'Mei-Hua' and 'Xiang-Hua' were used as controls (Shuilin, Yunlin, 2015).

Line/Cultivar	FW (g)[z]	FD (cm)	FL (cm)	FT (cm)	SSC (°Brix)
TARI-M-104	1,333.4 ± 46.0[y]	13.9 ± 0.3	12.6 ± 0.3	4.4 ± 0.1	11.3 ± 0.7
'Mei-Hua'	1,264.6 ± 87.1	13.1 ± 0.3	13.8 ± 0.4	4.2 ± 0.2	11.9 ± 0.6
'Xiang-Hua'	1,428.5 ± 61.8	13.8 ± 0.2	14.3 ± 0.6	4.5 ± 0.1	10.0 ± 0.7

[z] FW: fruit weight; FD: fruit diameter; FL: fruit length; FT: flesh thickness; and SSC: soluble solid content.
[y] Mean ± standard error, $n = 30$.

表 7. 甜瓜雜交品系 TARI-M-104 及對照品種「玉珊 2 號」、「玉蕙」、「香華」之果實性狀 (台中市霧峰區)。

Table 7. Fruit traits of the new melon hybrid TARI-M-104, and 3 commercial cultivars 'Yu-Shan No. 2', 'Yu-Huei' and 'Xiang-Hua' were used as controls (Wufeng, Taichung, 2016).

Line/Cultivar	FW (g)[z]	FD (cm)	FL (cm)	FT (cm)	SSC (°Brix)	Yield (kg 0.1 ha^{-1})
TARI-M-104	1,226.3 ± 156.8 b[y]	13.7 ± 0.7 b	12.9 ± 0.2 b	3.9 ± 0.3 a	13.1 ± 0.9 a	3,033.0
P_1	1,342.4 ± 87.5 a	14.1 ± 0.2 b	13.4 ± 0.4 b	3.9 ± 0.1 a	10.3 ± 0.3 c	2,771.8
P_2	1,388.4 ± 23.1 a	15.0 ± 0.2 a	12.3 ± 0.1 c	3.9 ± 0.1 a	9.7 ± 0.2 c	3,315.9
'Yu-Shan No. 2'	1,819.2 ± 198.6 a	15.6 ± 0.7 a	15.8 ± 0.9 a	4.1 ± 0.3 a	10.0 ± 1.0 c	4,114.8
'Yu-Huei'	1,176.4 ± 312.6 b	13.4 ± 1.0 b	13.3 ± 1.0 b	3.6 ± 0.4 a	12.0 ± 1.3 b	2,954.8
'Xiang-Hua'	1,392.4 ± 229.9 b	14.0 ± 0.8 b	15.3 ± 0.8 a	3.9 ± 0.4 a	10.4 ± 1.1 c	3,137.3

[z] FW: fruit weight; FD: fruit diameter; FL: fruit length; FT: flesh thickness; and SSC: soluble solid content.
[y] Mean ± standard error, $n = 30$. Means within column followed by different letters indicate significant differences ($P < 0.05$) as determined using Fisher's protected least significant difference test.

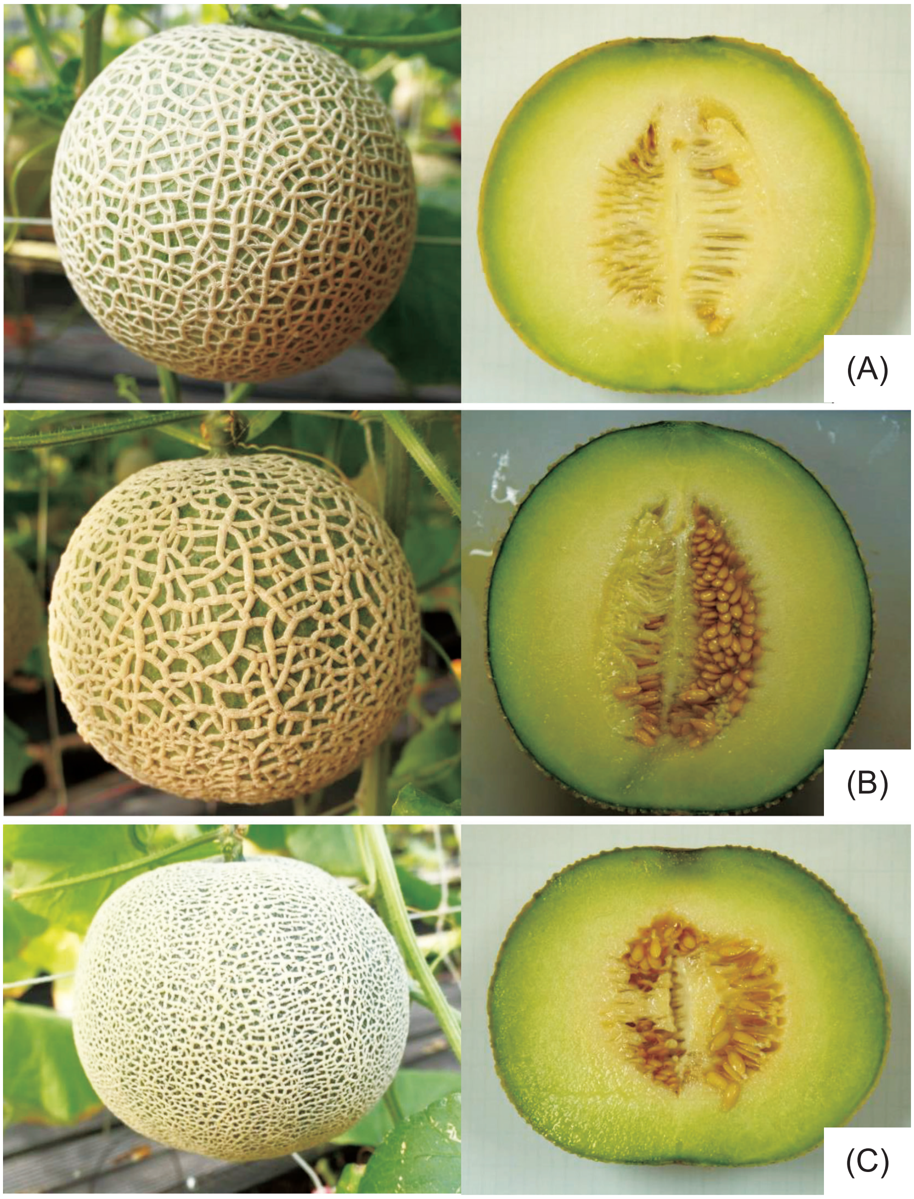

圖 3. 抗白粉病網紋洋香瓜雜交新品系 TARI-M-104 及其親本之果實外觀及果肉縱切面。(A) TARI-M-104；(B) M15033 (P_1)；(C) TARI-08874 (P_2)。

Fig. 3. Comparison of fruit external and longitudinal sections of the new melon hybrid TARI-M-104 and its parental lines. (A) TARI-M-104; (B) M15033 (P_1); and (C) TARI-08874 (P_2).

討論

近年設施甜瓜精緻栽培逐漸普遍，由於栽培環境的改善及栽培技術的改進，甜瓜果實品質也跟著提升。然而，設施雖然提供作物保護，阻隔惡劣氣候對甜瓜栽培的直接影響，卻也帶給甜瓜白粉病有利的發病條件 (Romero *et al*. 2007)；同時夏季高溫期間，設施內因通風不良、高溫累積，更加重作物生長的障礙 (Greda 2005)。因此，為了因應甜瓜設施栽培的需求，本研究以育成高品質、抗白粉病之網紋洋香瓜品種為目標，並考量設施內高溫問

題，篩選高溫期間可正常生長與發育的新品種，提供農民栽培網紋洋香瓜之選擇。

白粉病為世界各地洋香瓜栽培面臨的共同問題，各國都以育成抗病品種為克服病害之主要策略。自 1936 年美國育成第一個抗白粉病洋香瓜品種以來，陸續不斷有新的抗病品種釋出，但是國際上常用的抗病品種與台灣消費市場所偏好的果實類型不同。因此，爲了克服白粉病問題，農業試驗所長期投入網紋洋香瓜的品種改良，育種目標不僅要果實甜度高、風味佳，同時兼顧外觀優美，並要導入白粉病抗病性。網紋洋香瓜白粉病由真菌所引起，屬於絕對寄生性病害 (Shishkoff 2000; Vakalounakis & Klironomou 2001)；經農試所田野調查結果顯示，台灣甜瓜白粉病主要病原為 *P. xanthii*，目前已知有生理小種 race 1 和 race 5 (Huang & Wang 2007)。而早期栽培的網紋洋香瓜品種大多不具抗病性 (Wang *et al*. 2004)，於 2006 年才首先有抗白粉病的網紋洋香瓜「台農 10 號」 育成，為國內第一個針對甜瓜白粉病 (*P. xanthii*) 單一生理小種 (race 1) 育成的一代雜交抗病品種。

網紋洋香瓜為異交作物，商業栽培均以一代雜交品種推廣。培育具有較佳一般組合力之自交系，為網紋洋香瓜育種之基礎。本研究所使用的重要抗病親本為 TARI-08874，對 *P. xanthii* race 1 具有抗病性，並經先前遺傳分析結果確認其抗病性為單一顯性基因控制，並於遺傳圖譜上偵測到一個與 SSR 分子標誌 CMBR120 緊密連鎖之數量性狀基因座 (Wang *et al*. 2016)。由於該網紋洋香瓜自交系之果實皮色屬於深綠色，網紋密、但網紋稍細，不夠寬，非現行消費市場所流行。因此，本研究以此自交系為父本，進行果實品質性狀之品種改良。先由農試所已建立之甜瓜自交系育種庫，選出 6 個具有優美網紋外觀，灰綠色之綠色果肉洋香瓜自交系作為母本。這些自交系屬於日系溫室型洋香瓜，具有網紋粗、果皮淺綠色、果肉厚、糖度高等優點，預期可以將粗網紋特性及果皮顏色導入，以改善原來抗病親本的網紋缺點。經過人工雜交所得的 6 個雜交新品系，透過多次人工接種與田間自然發病情形調查，確認雜交新品系 TARI-M-104 不但對白粉病 (*P. xanthii* race 1) 具有抗病性，同時也兼具高品質果實特性。

另一方面，為滿足設施栽培的需求，於夏季高溫期分別在不同地區之栽培溫室進行雜交新品系評估。經過品系比較試驗與區域試驗，反覆驗證高溫期間抗病雜交新品系 TARI-M-104 之果實發育情形及品質，都顯示 TARI-M-104 之果實膨大及成熟期不因高溫而發生異常。果實穩定生長 (果重 1,226.3–1,333.4 g)，糖度 (11.3–13.2°Brix) 累積也很正常，而且值得注意的是果肉厚度很夠 (平均約 4.0 cm)，網紋形成情形優良。顯示所育成之新品系 TARI-M-104 具有推廣於設施栽培之發展潛力，而本品種業已於 2018 年 7 月 11 日，經植物品種審議委員會通過取得品種權，命名為甜瓜「台農 2 號」，後續將積極推廣，以提供設施栽培農民使用。

誌謝

本研究承行政院農業委員會計畫 (102 農科-9.2.2-農-CB 及 104 農科-9.5.3-農-C2) 經費支持，試驗研究工作執行承李艷琪、康樂、張嘉宏及蔡文傑等同仁協助，研究報告承本所作物組謝光照研究員協助同儕審閱，得以完成全文，特此誌謝。

引用文獻

Council of Agriculture. 2017. Agricultural statistic yearbook 2017. 4.Vegetables (14) Cantaloupes. http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx (visit on 10/02/2017) (in Chinese)

Epinat C., M. Pitrat, and F. Bertrand. 1993. Genetic analysis of resistance of five melon lines to powdery mildews. Euphytica 65:135–144.

Fernández-Trujillo, J. P., B. Picó, J. Garcia-Mas, J. M. Álvarez, and A. J. Monforte. 2011. Breeding for fruit quality in melon. p.261–278. *in*: Breeding for fruit quality. (Jenks, M. A., P. J. Bebeli, eds.) John Wiley & Sons, Hoboken, NJ. 384 pp.

Floris E. and J. M. Alvaeez. 1995. Genetic analysis of resistance of three melon lines to *Sphaerotheca fuliginea*. Euphytica 81:181–186.

Greda, N. 2005. Impact of environmental factors on

product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. Crit. Rev. Plant Sci. 24:227–247.

Huang, J. H. and Y. H. Wang. 2007. The races of *Podosphaera xanthii* causing melon powdery mildew in Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 56:307–315. (in Chinese with English abstract)

Huang, J. H., Y. H. Wang, and C. T. Lo. 2002. Development of Leaf-disk method for screening melon varieties resistant to *Sphaerotheca fuliginea* race. J. Taiwan Agric. Res. 51:49–56. (in Chinese with English abstract)

Kenigsbuch, D. C. and Y. Cohen. 1992. Inheritance and allelism of genes for resistance to races 1 and 2 of *Sphaerotheca fuliginea* in muskmelon. Plant. Dis. 76:626–629.

Mohamed, Y. B., M. Nicot, P. C. Nicot, and M. Pitrat. 1995. Causal agents if powdery mildew of cucurbits in Sudan. Plant Dis. 79:634–636.

Romero, D., A. De Vicente, H. Zeriouh, F. M. Cazorla, D. Fernández-Ortuño, J. A. Tores, and A. Perez-García. 2007. Evaluation of biological control agents for managing cucurbit powdery mildew on greenhouse-grown melon. Plant Pathol. 56:976–986.

Shishkoff, N. 2000. The name of the cucurbit powdery mildew: *Podosphaera* (*sect. Sphaerotheca*) *xanthii* (Castag.) U. Braun and N. Shish. comb. nov. Phytopathology 90:S133.

Vakalounakis, D. J. and E. Klironomou. 2001. Taxonomy of Golovinomyces on cucurbits. Mycotaxon 80:489–491.

Wang, Y. H., J. H. Huang, T. K. Lin, S. T. Wang, and C. H. Hsiao. 2004. Genetic studies and screening for resistance to powdery mildew *Sphaerotheca fuliginea* race 1) in melon (*Cucumis melo* L.). J. Agric. Res. China 53:1–8. (in Chinese with English abstract)

Wang, Y. H., D. H. Wu, J. H. Huang, S. J. Tsao, K. K. Hwu, and H. F. Lo. 2016. Mapping quantitative trait loci for fruit traits and powdery mildew resistance in melon (*Cucumis melo*). Bot. Stud. 57:19. doi:10.1186/s40529-016-0130-1.

Development of a New Powdery Mildew Resistant Hybrid of Melon (*Cucumis melo* L.), 'Tainung No. 2'

Yu-Hua Wang[1,*], Keng-Peng Chang[2], Jin-Hsing Huang[3], and His-Chia Wu[4]

Abstract

Wang, Y. H., K. P. Chang, J. H. Huang, and H. C. Wu. 2019. Development of a new powdery mildew resistant hybrid of melon (*Cucumis melo* L.), 'Tainung No. 2'. J. Taiwan Agric. Res. 68(2):165–176.

Aim in breeding of a new melon (*Cucumis melo* L.) hybrid with high level of resistance against powdery mildew (PM) caused by *Podosphaera xanthii* race 1, a total of 6 green fleshed inbred lines developed by Taiwan Agricultural Research Institute were evaluated for their resistance against PM and major fruit traits. The disease reaction of PM was evaluated by the method of leaf disk inoculation and resistance performance in the field. In addition, the fruit characters evaluated for the new resistance hybrid include fruit shape, size, rind netting, flesh thickness and sugar level. Based on the results of above mentioned characters, two resistant inbred lines, M15033 and TARI-08874, were selected as female and male parents, respectively, and by crossing M15033 and TARI-08874 to develop a hybrid, TARI-M-104, followed by a series of regional tests. The plant variety right of the hybrid TARI-M-104 has been approved and published in Taiwan, which is named 'Tainung No. 2'. 'Tainung No. 2' is resistant to *P. xanthii* race 1 but not resistant to race 5. It has an average fruit weight of 1,300 g, soluble solids content 13.2°Brix, and green flesh and attractive rind netting. The flesh thickness is about 4.0 cm. Furthermore, the external color of 'Tainung No. 2' will turn to golden yellow with excellent fragrance after maturity. This new PM resistant variety has the potential for greenhouse production.

Key words: *Cucumis melo*, Breeding, *Podosphaera xanthii*.

Received: October 8, 2018; Accepted: December 18, 2018.
[*] Corresponding author, e-mail: yhwang@tari.gov.tw
[1] Research Fellow and Director, Farm Management Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.
[2] Associate Research Fellow, Agricultural Chemistry Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.
[3] Associate Research Fellow, Plant Pathology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.
[4] Associate Research Fellow, Farm Management Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 68(2):177–188 (2019)
DOI:10.6156/JTAR.201906_68(2).0007

研究報告

硬質玉米新品種「台農 7 號」之育成

謝光照 [1,*]

摘要

謝光照。2019。硬質玉米新品種「台農 7 號」之育成。台灣農業研究 68(2):177–188。

玉米 GX1M 與 Hi31 種原間存在籽粒產量之最高雜種優勢，乃將 GX1M 種原進行自交 5 代培育自交系，然後將自交授粉分離培育的自交系再與 Hi31 進行雜交生產、組合力評估及新品系產量比較試驗。新品系 1M10 × Hi31 與 1M15 × Hi31 與對照種「台農 1 號」等共進行 5 次新品系產量比較試驗，其中有 4 次新品系 1M10 × Hi31 其籽粒產量明顯較對照種「台農 1 號」高產，而 1 次與對照種「台農 1 號」無明顯差異。綜合試驗結果顯示，新品種「台農 7 號」(1M10 × Hi31) 具有籽粒產量 8 Mg ha^{-1} 以上之潛力，以及豐產、中早熟、抗南方型銹病等特性。2017 年 5 月 8 日經行政院農業委員會農業試驗所研管會審查，通過將新品系 1M10 × Hi31 命名為硬質玉米「台農 7 號」。此新品種之形態特性為莖部及葉鞘綠色，莖基部為紅色，葉片深綠，葉片數約 16 片，花藥黃色、穎色及花絲紅色，果穗之苞葉包裹完全。果穗成熟期間植株上半部葉片尚綠色時，籽粒及苞葉已快速脫水，機械採收時籽粒不易破損，適合機械採收。每株穗數 1–2 枚，籽粒行數 14–16 行，籽粒呈馬齒型橘黃色，對南方型銹病具抗性。

關鍵詞：硬質玉米、熱帶型、溫帶型、新品系產量比較試驗。

前言

在玉米不同種原間之雜種優勢群中，如美國硬粒種 Lancaster surecrop 與馬齒種的 Iowa stiff stalk synthetic (BSSS) 分離出來的自交系及其雜交組合，具有最高之雜種優勢，存在馬齒種與硬粒種間之雜種優勢模式 (Hallauer & Malithano 1976)。在墨西哥及中南美洲也發現適合熱帶及亞熱帶地區栽培的 4 個優良小種複合群，分別為純熱帶型馬齒種的 Tuxpeno，純熱帶型硬粒種的 Cuban flint (CF)、半硬粒種的 Coastal tropical flint (CTF) 及混合種的 race ETO (Estaction Tulio Ospina)。Tuxpeno 與其他 3 個複合群間之雜交組合表現極高之雜種優勢，因此建立了加勒比海硬粒種與馬齒種間的雜種優勢模式 (Wellhausen 1978)。

中國大陸玉米栽培品種之種質以溫帶型玉米為主要育種來源，遺傳基礎愈益窄化，在產量及抗病育種上遭遇瓶頸。近年來也引進熱帶型與亞熱帶型種原，利用其豐富的遺傳變異性和特殊的抗非生物性逆境、抗病蟲害，加上熱帶型與溫帶型地理隔離長年交流少，且遺傳差異大等因素，來擴大溫帶型玉米種質之遺傳基礎、適應性和增加抗病性，期望獲得更強之產量雜種優勢組合，後來驗證具有明顯的溫帶型與熱帶型異型間雜種優勢模式存在 (Hu *et al*. 1999; Chen *et al*. 2000; Li *et al*. 2001)。台灣飼料及青割玉米在不同粒型組合之籽粒產量及農藝性狀之表現，也發現異粒型間的組合 (馬齒種 × 硬粒種) 兼具有馬齒種與硬粒種的優點，如營養生長旺盛，葉片、株高及莖桿均大等特性 (Shieh & Thseng 1993)。

台灣硬質玉米育種目標須針對輪作耕作制度需求，新品種須為中早熟特性及具有抗銹病及豐產為目標進行品種選育。因此，擬定硬質玉米育種目標為中早熟特性、抗銹病、產量高

投稿日期：2018 年 10 月 15 日；接受日期：2019 年 1 月 21 日。
[*] 通訊作者：x486045@tari.gov.tw
[1] 行政院農業委員會農業試驗所作物組研究員。台灣 台中市。

於「台農 1 號」20% 以上、抗倒伏及適合機械採收。目前由於飼料用玉米台灣每年進口量在 450–500 萬公噸，台灣年休耕田卻高達約 20 萬公頃，在糧食安全與活化休耕田的政策之需求，行政院農委會農業試驗所重新啟動硬質玉米品種選育工作。

本研究目的在於應用新的雜種優勢群之玉米種原，選育具有中早熟、抗銹病及豐產特性之硬質玉米新品種，以供休耕地復耕種植飼料用玉米之用。

材料與方法

自交系培育

以一穗一行法，行長 6 m，行株距 0.80 m × 0.25 m，連續於春秋兩期作，進行 GX1M 種原人工自交 5 代培育自交系，以株型直立、具抗銹病性、雄穗外型分支多與花粉量多、雄穗與雌穗花期配合良好、長穗型、籽粒大且深度長、行數多、單穗型等多項性狀為選拔依據，選留 25 個外表型較佳之自交系。Hi31 為行政院農委會農業試驗所優良自交系，具有長穗型、籽粒大且深、中熟性、溫帶型及優良一般組合力之馬齒種。

新雜交組合之組合力檢定試驗與新品系產量比較試驗

新雜交組合之組合力檢定試驗：將 GX1M 種原進行自交系分離，選留培育至 S_5 世代之自交系 25 個，再與 Hi31 進行雜交種生產，然後加入對照種「台農 1 號」進行雜交種田間組合力評估。田間設計為完全逢機設計，2 重複，行長 6 m，單行區，行株距為 0.75 m × 0.25 m。三要素肥料量之公頃用量為 N : P_2O_5 : K_2O = 180 : 90 : 60 kg，基肥以台肥 39 號複合肥料 (N : P_2O_5 : K_2O = 12 : 18 : 12) 每公頃施 500 kg，即基肥每公頃施氮素 60 kg，磷肥 90 kg 及鉀肥 60 kg。其餘之氮素 140 kg，以硫酸銨 (N = 21%) 於玉米長至齊膝期 (約 50–60 cm) 當追肥施用，其餘之田管理按實際需要進行之。

新品系產量比較試驗：2013 年春作、秋作於雲林縣崙背鄉，2014 年秋作於嘉義縣朴子市、台中市霧峰區進行新品系產量比較試驗，對照品種為「台南 24 號」與「台農 1 號」。田間設計為完全逢機設計，4 重複，行長 6 m，4 行區，行株距為 0.75 m × 0.25 m。肥料的施用量與施用方法與上述組合力檢定試驗相同。

玉米重要農藝性狀的調查項目

生育期間調查開花期 (days to tasseling)、吐絲期 (days to silking)、株高 (plant height)、穗位高 (ear height)、果穗乾重 (ear dry weight)、籽粒乾重 (kernel dry weight)、脫粒率 (kernel percentage)、穗長 (ear length)、穗徑 (ear diameter)、行數 (row number)、每行粒數 (kernel number per row)、百粒重 (100 kernel weight)、籽粒長度 (kernel length) 等性狀。調查方法如次：開花期：指播種日起至小區中 50% 植株達雄穗始花所需日數；吐絲期：指播種日起至小區中 50% 植株達雌穗開始吐絲所需日數；株高：植株雄穗開花後，每小區逢機取 10 株，由地面至雄穗頸節高度之平均值，以 cm 表示；穗位高：植株雌穗吐絲後，每小區逢機 10 株，由地面至最上位雌穗著生節位高度之平均值，以 cm 表示；果穗乾重：生理成熟期之果穗乾重，以 kg ha^{-1} 表示；籽粒乾重：生理成熟期之籽粒乾重，以 kg ha^{-1} 表示。脫粒率：籽粒乾重占果穗乾重的百分比 (%)。穗長：上述生理成熟期之 10 個逢機乾果穗，量其整穗長度之平均值，以 cm 表示；穗徑：上述生理成熟期之 10 個逢機乾果穗，量其果穗中間部位寬度之平均值，以 mm 表示；行數：計數上述生理成熟期 10 個逢機果穗行數之平均值；每行粒數：計數上述生理成熟期 10 個逢機果穗一行籽粒數之平均值；百粒重：生理成熟期逢機選取 100 粒乾籽粒重，以 g 表示；籽粒長度：生理成熟期之乾籽粒逢機選取 10 粒測量籽粒長度，以 mm 表示。將所獲得的數據進行變方分析與平均值比較 ($LSD_{0.05}$)。

玉米抗南方型銹病抗病人工接種檢定

玉米抗病檢定測定方法：將銹病菌接種於 5–6 葉齡的玉米幼苗上。接種方式乃將所調製之病菌孢子懸浮液，噴霧接種於供試之玉米幼苗上，並以塑膠袋覆蓋，保濕 24 h 後取去。

南方型銹病在 24–28℃，經過 7–10 d 後調查其病斑面積率。抗病性判定：依台灣省政府農林廳 1991 年 8 月 12 日所訂定標準。

銹病之抗病檢定採用病斑等級判別：病斑依 Peterson scale (Peterson *et al*. 1948) 方法，調查葉部感染面積相對百分率 0–5%、6–10%、11–30%、31–60%、61–100%，分別表極度抗病性 (highly resistance; HR)、抗病性 (resistance; R)、中等抗病性 (moderate resistance; MR)、感病性 (sensitive; S) 及極度感病性 (highly sensitive; HS)。第一次試驗 2017 年 4 月 24 種植，5 月 8 日接種病菌，5 月 18 日調查。第二次試驗 2017 年 5 月 16 種植，6 月 2 日接種病菌，6 月 12 日調查。

玉米籽粒成分分析：玉米籽粒的成分分析委由台灣大學農化系賴喜美教授進行分析，分析項目包括水分含量 (moisture content)、灰分含量 (ash content)、可消化的纖維含量 (dietary fiber)、粗蛋白含量 (crude protein content)、粗脂肪含量 (crude fat content)、無氮碳水化合物含量 (N-free carbohydrate content) 及總澱粉含量 (total starch content) (American Association of Cereal Chemists 2000)。

結果

自交系培育

從 2010 年秋作至 2012 年秋作，將熱帶硬粒型 GX1M 種原進行人工自交 5 代培育自交系，於 2013 年將分離選留的 25 個外表型較佳之自交系進行兄妹交配繁殖種子，自交系分離過程中，以株型直立、具抗銹病性、雄穗外型分支多與花粉量多、雄穗與雌穗花期配合良好、長穗型、籽粒大且深度長、行數多、單穗型為選拔依據，選育外表型較佳且整齊一致之自交系。Hi31 為行政院農委會農業試驗所以往選留具有長穗型、籽粒大且深、中熟性、溫帶型馬齒種，一般組合力高之自交系。

新雜交組合之組合力檢定試驗

2012 秋作將 GX1M 種原自交培育至 S_5 世代之自交系 25 個，與 Hi31 進行雜交種生產。25 個雜交種加入對照種「台農 1 號」進行籽粒產量組合力評估，顯示 25 個新的雜交組合其產量的表現明顯高於對照種「台農 1 號」(表 1)。參試雜交種之開花期介於 52–58 d，以 1M4 × Hi31 較晚開花，而對照種「台農 1 號」及 1M9 × Hi31、1M18 × Hi31 最早開花。參試雜交種吐絲期介於 56–59 d，以 1M4 × Hi31、1M15 × Hi31、1M17 × Hi31、1M19 × Hi31 及 1M25 × Hi31 較晚吐絲，而對照種「台農 1 號」最早吐絲。參試雜交種之株高介於 212–240 cm，以 1M6 × Hi31 及 1M23 × Hi31 表現較高，而 1M19 × Hi31 及 1M21 × Hi31 株高較矮。參試雜交種之穗位高介於 95–115 cm，以 1M1 × Hi31 及 1M6 × Hi31 表現較高之穗位高，而 1M7 × Hi31 穗位高較低。乾果穗重參試雜交種之表現介於 6.6–11.0 kg 9.6 m^{-2}，以 1M15 × Hi31 及 1M10 × Hi31、1M20 × Hi31、1M24 × Hi31、1M25 × Hi31 具有較高之乾果穗重。籽粒乾重參試雜交種之表現介於 5.7–9.5 kg 9.6 m^{-2}，以 1M15 × Hi31 具有最高之乾籽粒重，其次為 1M10 × Hi31、1M20 × Hi31、1M24 × Hi31、1M25 × Hi31 分別為 7.8、7.9、7.9 和 7.7 kg 9.6 m^{-2}。參試雜交種之脫粒率介於 82.4–88.8%，以 1M12 × Hi31 具有最高之脫粒率。穗長參試雜交種之表現介於 15.0–19.0 cm，以 1M11 × Hi31、1M13 × Hi31、1M16 × Hi31、1M17 × Hi31 及 1M21 × Hi31 具有較長之穗長。穗徑之變異參試雜交種介於 46–52 mm，而行數的變異介於 14–18。參試雜交種之百粒重介於 37.4–48.2 g，以 1M17 × Hi31 及 1M18 × Hi31 具有較重之百粒重。參試雜交種之籽粒長度變異介於 11.6–14.3 mm，以 1M10 × Hi31 及 1M18 × Hi31 具有較長之籽粒。

乾果穗表現最高產的 5 個新雜交組合與對照種「台農 1 號」(5.3 kg 9.6 m^{-2}) 比較，其乾果穗重表現在 8.8–11.0 kg 9.6 m^{-2} 間，其果穗乾重較「台農 1 號」增產率介於 67–109%。籽粒乾重表現最高產的 5 個新雜交組合與對照種「台農 1 號」(4.4 kg 9.6 m^{-2}) 比較，其籽粒乾重表現在 7.7–9.5 kg 9.6 m^{-2} 間，其籽粒乾重較「台農 1 號」增產率介於 75–115%。最高產的 5 個新雜交組合其脫粒率、穗徑、百粒重都

表 1. 2012 年秋作硬質玉米 GX1M 種原所培育之自交系與 Hi31 種原雜交組合農藝性狀之平均值 (台中霧峰)。

Table 1. Mean values of agronomic traits of the crosses GX1M inbred line × Hi31 from yield trial at Wufeng District of Taichnug City in the fall crop of 2012[z].

Cross	Days to tasseling (d)	Days to silking (d)	Plant height (m)	Ear height (m)	Dry ear weight (kg 24 m^{-2})	Kernel weight (kg 24 m^{-2})	Kernel percent (%)	Ear length (m)	Ear diameter (mm)	Row number (No.)	100-kernel weight (g)	Kernel length (mm)
1M1 × Hi31	54	57	2.26	1.14	6.9	5.9	85.5	0.172	50	14.0	44.0	13.0
1M2 × Hi31	57	58	2.17	1.05	6.9	6.1	88.4	0.180	48	15.2	41.0	12.7
1M3 × Hi31	56	58	2.26	1.03	7.1	6.1	85.9	0.164	51	16.0	45.8	13.1
1M4 × Hi31	58	59	2.29	1.04	7.0	6.1	87.1	0.180	51	16.4	43.2	13.3
1M5 × Hi31	55	57	2.28	1.08	7.0	6.1	87.1	0.182	51	16.0	41.8	13.5
1M6 × Hi31	56	58	2.39	1.15	7.8	6.7	85.8	0.164	47	15.2	37.4	13.6
1M7 × Hi31	54	56	2.26	0.95	7.0	6.0	85.7	0.182	50	14.0	47.0	13.9
1M8 × Hi31	55	58	2.26	0.99	7.9	7.0	88.6	0.178	51	15.2	43.0	13.2
1M9 × Hi31	53	56	2.25	1.00	6.6	5.7	86.3	0.176	50	14.8	43.8	13.3
1M10 × Hi31	55	56	2.32	1.10	8.8	7.8	88.6	0.172	51	15.6	45.6	14.3
1M11 × Hi31	55	56	2.34	1.11	7.2	6.2	86.1	0.184	51	15.8	42.2	12.5
1M12 × Hi31	56	58	2.25	1.05	7.2	6.4	88.8	0.178	50	15.2	43.8	13.4
1M13 × Hi31	54	56	2.21	0.99	7.4	6.1	82.4	0.184	49	15.6	44.8	12.5
1M15 × Hi31	56	59	2.22	1.00	11.0	9.5	86.3	0.166	49	15.6	45.8	12.5
1M16 × Hi31	54	56	2.30	1.10	7.5	6.5	86.6	0.184	51	16.8	40.4	13.9
1M17 × Hi31	57	59	2.26	1.11	6.6	5.7	86.3	0.190	48	16.0	47.8	13.4
1M18 × Hi31	52	55	2.17	1.03	7.2	6.2	86.1	0.180	52	17.6	48.2	14.0
1M19 × Hi31	56	59	2.13	0.98	7.4	6.3	85.1	0.150	49	15.2	44.6	13.9
1M20 × Hi31	54	56	2.20	1.05	8.9	7.9	88.7	0.200	50	15.6	47.4	13.9
1M21 × Hi31	55	58	2.12	1.05	7.7	6.7	87.0	0.184	48	15.6	38.6	13.3
1M22 × Hi31	55	57	2.17	0.97	6.7	5.7	85.0	0.170	48	16.4	40.8	12.6
1M23 × Hi31	56	57	2.40	1.05	7.4	6.3	85.1	0.164	46	14.8	42.4	12.3
1M24 × Hi31	55	57	2.32	1.05	9.0	7.9	87.7	0.166	49	16.0	43.2	13.4
1M25 × Hi31	56	59	2.24	1.04	8.9	7.7	86.5	0.182	51	16.8	48.2	12.9
1M26 × Hi31	54	57	2.19	1.11	7.4	6.2	83.7	0.182	51	18.0	40.6	11.6
'Tainung 1'	53	55	2.15	1.03	5.3	4.4	83.8	0.159	46	16.0	40.4	12.3
$LSD_{0.05}$	2	2	0.15	0.12	0.8	0.7	2.5	0.120	2	1.2	2.5	1.2

[z] Planting date: 09/19/2012; harvest date: 02/20/2013.

比對照種「台農 1 號」高 (表 2)。

新品系籽粒產量比較試驗

2013 春作將雜交種組合力評估試驗所選取籽粒較高產的 4 個雜交組合，與對照種「台農 1 號」及「台南 24 號」於雲林崙背試區進行新品系產量比較試驗 (表 3)。結果顯示，在開花期與吐絲期的表現，1M10 × Hi31、1M15 × Hi31、1M20 × Hi31 表現與「台農 1 號」及「台南 24 號」相近，而 1M24 × Hi31 則較晚 2–3 d。4 個新雜交組合其株高在 231–246 cm 間，與對照種「台農 1 號」(235 cm) 及「台南 24 號」(241 cm) 無明顯差異。穗位高的表現 4 個新雜交組合在 115–126 cm 間，與對照種「台農 1 號」(130 cm) 及「台南 24 號」(106 cm) 無明顯差異。4 個新雜交組合其籽粒產量介於 5,762–8,273

表 2. 2012 年秋作硬質玉米優良雜交組合之農藝性狀之平均值 (台中霧峰)。

Table 2 Mean values of agronomic traits from yield trial for the new hybrids at Wufeng District, Taichung City in the fall crop of 2012[z].

Cross	Ear dry weight (kg 9.6 m^{-2})	Ear dry weight (%)	Kernel weight (kg 9.6 m^{-2})	Kernel weight (%)	Kernel percent (%)	Ear length (m)	Ear diameter (mm)	Ear row (No.)	100 kernel weight (g)	Kernel length (mm)
1M10 × Hi31	8.8	167	7.8	177	88.6	0.172	51	15.6	45.6	14.3
1M15 × Hi31	11.0	209	9.5	215	86.3	0.166	49	15.6	45.8	12.5
1M20 × Hi31	8.9	169	7.9	179	88.7	0.200	50	15.6	47.4	13.9
1M24 × Hi31	9.0	171	7.9	179	87.7	0.166	49	16.0	43.2	13.4
1M25 × Hi31	8.9	169	7.7	175	86.5	0.182	51	16.8	48.2	12.9
'Tainung 1' (ck)	5.3	100	4.4	100	83.8	0.159	46	16.0	40.4	12.3
$LSD_{0.05}$	0.8	–	0.7	–	2.5	0.120	2	1.2	2.5	1.2

[z] Planting date: 09/19/2012; harvest date: 02/20/2013.

表 3. 2013 年春作硬質玉米新品系產量比較試驗農藝性狀之平均值 (雲林崙背)。

Table 3. Mean values of agronomic traits from yield trial for the new hybrids at Lunbei Township, Yunlin County in the spring crop of 2013[z].

Cross	Days to tasseling (d)	Days to silking (d)	Plant height (m)	Ear height (m)	Kernel weight (kg ha^{-1})	Kernel percent (%)	Ear length (m)	Ear diameter (mm)	100-kernel weight (g)	Row number (No.)	Rust (1–5)
1M10 × Hi31	61	63	2.45	1.16	8,273	86.6	0.218	43	28.2	16.8	1
1M15 × Hi31	61	63	2.46	1.25	8,111	85.3	0.222	43	28.4	15.2	1
1M20 × Hi31	61	63	2.38	1.15	7,257	87.4	0.236	47	27.8	16.0	1
1M24 × Hi31	64	65	2.31	1.15	5,762	84.8	0.212	47	28.2	14.8	1
'Tainan 24'	61	63	2.41	1.06	6,418	80.5	0.226	48	32.8	12.4	1
'Tainung 1'	61	63	2.35	1.30	6,981	86.1	0.220	45	28.6	14.0	4
$LSD_{0.05}$	2	2	0.25	0.18	930	2.1	0.250	2	2.0	1.6	1

[z] Planting date: 03/18/2013; harvest date: 06/30/2013.

kg ha^{-1}，其中 1M10 × Hi31 (8,273 kg ha^{-1}) 與 1M15 × Hi31 (8,111 kg ha^{-1}) 較對照種「台農 1 號」(6,981 kg ha^{-1}) 增產率分別為 18.5% 及 16.1%；且亦較對照種「台南 24 號」(6,418 kg ha^{-1}) 增產率分別為 28.9% 及 26.3% (表 3)。1M20 × Hi31 表現與對照種相近，而 1M24 × Hi31 表現較對照種低產。4 個新雜交組合其脫粒率在 84.8–87.4% 間，表現較對照種「台南 24 號」高，但與「台農 1 號」無明顯差異。4 個新雜交組合其穗長在 21.2–23.6 cm 間，與對照種無明顯差異。百粒重的表現 4 個新雜交組合與「台農 1 號」相近，但較「台南 24 號」小。4 個新雜交組合行數表現在 14.8–16.8 間，較「台南 24 號」行數 (12.4) 多。田間銹病自然發病等級，4 個新雜交組合與「台南 24 號」均為 1 級 (無病斑)，而「台農 1 號」為 4 級，顯然此 4 個新組合對銹病為害有明顯抗性。

2013 年秋作選 1M10 × Hi31 及 1M15 × Hi31，與「台南 24 號」、「台農 1 號」等 4 個於雲林崙背試區進行新品系產量比較試驗。8 月 13 日播種，苗期 (5–6 葉齡) 階段遇連續 10 d 下雨造成田間積水，影響苗期生長，致整個植株生物產量減少，無法發揮中早熟品種特性。開花期與吐絲期的表現，1M10 × Hi31、1M15 × Hi31 表現與「台農 1 號」及「台南 24 號」相近。2 個新雜交組合株高分別為 164 cm 與 177 cm，與對照種「台農 1 號」(178 cm) 及「台南 24 號」(189 cm) 無明顯差異。穗位高的表

現，2 個新雜交組合分別為 69 cm 與 83 cm，與對照種「台農 1 號」(83 cm) 及「台南 24 號」(72 cm) 無明顯差異。2 個新雜交組合其籽粒產量分別為 5,627 與 5,734 kg ha^{-1}，其中 1M10 × Hi31 (5,734 kg ha^{-1}) 與 1M15 × Hi31 (5,627 kg ha^{-1}) 與對照種「台農 1 號」(5,507 kg ha^{-1})、「台南 24 號」(5,867 kg ha^{-1}) 無明顯差異 (表 4)。2 個新雜交組合其脫粒率為 79.8%，與對照種「台南 24 號」高及「台農 1 號」無明顯差異。2 個新雜交組合其穗長分別為 16.3 與 17.9 cm，與對照種無明顯差異。百粒重的表現，2 個新雜交組合與「台農 1 號」及「台南 24 號」相近。行數 2 個新雜交組合表現分別為 14.6 與 14.8 間，較「台南 24 號」行數 (12.0) 多。田間銹病自然發病等級，2 個新雜交組合與「台南 24 號」均為 1 級 (無病斑)，而「台農 1 號」為 3 級，顯然 1M10 × Hi31 與 1M15 × Hi31 新組合對銹病為害有明顯抗性。

2014 年秋作選 1M10 × Hi31 及 1M15 × Hi31 與「台南 24 號」、「台農 1 號」等 4 個於嘉義朴子市進行新品系產量比較試驗 (表 5)。試驗結果顯示，開花期與吐絲期的表現，1M10 × Hi31、1M15 × Hi31 表現與「台農 1 號」相近，分別為 50 d 及 52 d。2 個新雜交組合株高分別為 228 cm 與 230 cm，與對照種台農 1 號 (225 cm) 無明顯差異。穗位高的表現，2 個新雜交組合分別為 85 cm 與 80 cm，與對照種「台農 1 號」(94 cm) 無明顯差異。籽粒產量 1M10 × Hi31 (8,508 kg ha^{-1}) 與 1M15 × Hi31 (8,062 kg ha^{-1}) 較對照種「台農 1 號」(6,555 kg ha^{-1}) 高產，分別較對照種增產 29.7% 及 22.9% (表 5)。新雜交組合 1M10 × Hi3 與 1M15 × Hi31 其穗長分別為 21.2 cm 與 18.7 cm，與對照種「台農 1 號」(19.3 cm) 無明顯差異。百粒重的表現，1M10 × Hi3 新雜交組合與「台農 1 號」相近，而 1M15 × Hi31 明顯的低於「台農 1 號」。2014 秋作田間無論銹病發生，2 個新雜交組合與「台農 1 號」均為 1 級 (無

表 4. 2013 秋作硬質玉米新品系比較試驗農藝性狀之平均值 (雲林崙背)。

Table 4. Mean values of agronomic traits from yield trial for the new hybrids at Lunbei Township, Yunlin County in the fall crop of 2013[z].

Cross	Days to tasseling (d)	Days to silking (d)	Plant height (m)	Ear height (m)	Kernel weight (kg ha^{-1})	Kernel percent (%)	Ear length (m)	Ear diameter (mm)	100-kerne1 weight (g)	Row number (no.)	Rust (1–5)
1M10 × Hi31	54	55	1.64	0.69	5,734	79.8	0.163	44	27.0	14.8	1
1M15 × Hi31	54	56	1.77	0.83	5,627	79.8	0.179	46	30.2	14.6	1
‘Tainan 24’ (ck1)	54	55	1.89	0.72	5,867	79.5	0.188	47	31.4	12.0	1
‘Tainung 1’ (ck2)	53	53	1.78	0.83	5,507	83.3	0.157	4	28.0	14.2	3
$LSD_{0.05}$	2	3	0.23	0.17	756	2.5	0.210	2	2.3	1.4	1

[z] Planting date: 08/13/2013; harvest date: 11/22/2014.

表 5. 2014 年秋作硬質玉米新品系比較試驗農藝性狀之平均值 (嘉義朴子)。

Table 5. Mean values of agronomic traits from yield trial for the new hybrids at Puzi of Chiayi County in the fall crop of 2014[z].

Cross	Days to tasseling (d)	Days to silking (d)	Plant height (m)	Ear height (m)	Kernel weight (kg ha^{-1})	Kernel percent (%)	Ear length (m)	100-kernel weight (g)	Rust (1–5)
1M10 × Hi31	50	52	2.28	0.85	8,508	129.7	0.163	27.0	1
1M15 × Hi31	50	52	2.30	0.80	8,062	122.9	0.179	30.2	1
‘Tainung 1’ (ck)	50	52	2.25	0.94	6,555	100.0	0.157	28.0	3
$LSD_{0.05}$	2	2	0.23	0.17	1,172	–	0.210	2.3	1

[z] Planting date: 09/05/2014; harvest date: 01/13/2015.

病斑)。

2014 年秋作選 1M10 × Hi31 及 1M15 × Hi31，與對照種「明豐 3 號」、「明豐 103」、「台南 24 號」、「台農 1 號」等 4 個於台中霧峰試區進行新品系產量比較試驗 (表 6)。試驗結果顯示，開花期的表現，1M10 × Hi31、1M15 × Hi31 表現與「台南 24 號」、「台農 1 號」相近，分別為 57 d 及 58 d。吐絲期的表現，1M10 × Hi31、1M15 × Hi31 表現與「台南 24 號」、「台農 1 號」相近，分別為 59 d 及 61 d。2 個新雜交組合株高分別為 245 cm 與 235 cm，與 4 個對照種無明顯差異。穗位高的表現，2 個新雜交組合分別為 125 cm 與 115 cm，與對照種「台農 1 號」無明顯差異。籽粒產量 1M10 × Hi31 (10,625 kg ha^{-1}) 與 1M15 × Hi31 (10,420 kg ha^{-1}) 較對照種「台農 1 號」(8,959 kg ha^{-1}) 高產，分別較對照種增產 18.5% 及 16.3% (表 6)，同時較對照種「台南 24 號」及「明豐 103 號」高產，但與「明豐 3 號」無明顯差異。新雜交組合 1M10 × Hi3 其穗長分別為 19.6 cm，與對照種「台農 1 號」(18.6 cm) 無明顯差異。新雜交組合 1M15 × Hi31 穗長為 20.2 cm，較對照種「台農 1 號」(18.6 cm) 長。穗徑以對照種「台農 1 號」最細，其於品系間無明顯差異。百粒重的表現，1M10 × Hi3 新雜交組合與「台農 1 號」相近，而 1M15 × Hi31 明顯的高於「台農 1 號」。2014 秋作台中霧峰地區田間無銹病發生，2 個新雜交組合與對照種均為 1 級 (無病斑)。

2015 年秋作 1M10 × Hi31 及 1M15 × Hi31，與對照種「明豐 3 號」、「明豐 103」、「台南 24 號」、「台農 1 號」等於台中霧峰區進行新品系產量比較試驗 (表 7)。試驗結果顯示，開花期的表現，以「台南 24 號」與「台農 1 號」最早，其次為 1M10 × Hi31、1M15 × Hi31，最晚為「明豐 3 號」與「明豐 103 號」。吐絲期的表現呈現相同趨勢，以「台南 24 號」與「台農 1 號」最早，其次為 1M10 × Hi31、1M15 × Hi31，最晚為「明豐 3 號」與「明豐 103 號」。2 個新雜交組合株高分別為 228 cm 與 226 cm，與 4 個對照種無明顯差異。穗位高的表現，2 個新雜交組合分別為 98 cm 與 102 cm，與 4 個對照種「台農 1 號」無明顯差異。籽粒產量的表現 1M10 × Hi31 (8,356 kg ha^{-1})、1M15 × Hi31 (8,331 kg ha^{-1}) 與對照種「明豐 3 號」(8,304 kg ha^{-1})、「明豐 103 號」(8,595 kg ha^{-1}) 間無明顯差異；但較對照種「台農 1 號」(6,160 kg ha^{-1}) 高產，分別增產 35.6% 及 35.2%；同時較對照種「台南 24 號」分別高產 13.4% 與 13.0%。新雜交組合 1M10 × Hi3 及 1M15 × Hi31 其脫粒率較高。穗長參試品系介於 16.4–18.7 cm，以「明豐 3 號」最短，較長者為「明豐 103 號」及「台南 24 號」。穗徑以對照種「台農 1 號」最細，其餘品系間無明顯差異。穗徑的表現，1M10 × Hi31 與 MF103 最粗。參試品系的行數介於 13.0–15.6，以 1M10 × Hi3 最多，而「台南 24 號」行數最少。2015 秋作台中霧峰

表 6 2014 秋作硬質玉米新品系與對照種農藝性狀之平均值 (台中霧峰)。

Table 6. Comparison of mean values of agronomic traits of the new hybrids from yield trial at Wufeng District of Taichung City in the fall crop of 2014[z].

Cross	Days to tasseling (d)	Days to silking (d)	Plant height (m)	Ear height (m)	Kernel weight (kg ha^{-1})	Kernel percent (%)	Ear length (m)	Ear diameter (mm)	Row number (no.)	100-kerne1 weight (g)	Rust (1–5)
1M10 × Hi31	58	61	2.45	1.25	10,625	84.9	1.96	50	16.0	37.0	1
1M15 × Hi31	58	61	2.35	1.15	10,420	84.9	2.02	50	16.0	43.4	1
‘Mingfeng 3’	63	66	2.20	1.15	9,730	84.6	1.62	51	15.2	36.2	1
‘Mingfeng 103’	63	65	2.45	1.15	9,318	83.2	1.75	51	16.2	35.4	1
‘Tainan 24’	57	59	2.45	1.10	9,500	82.4	1.90	50	14.5	37.6	1
‘Tainung 1’	58	61	2.45	1.25	8,959	85.9	1.86	47	16.0	36.0	1
$LSD_{0.05}$	3	3	0.25	0.20	1,121	2.0	0.13	2	2.0	3.0	1

[z] Planting date: 10/09/2014; harvest date: 03/19/2015.

表 7. 2015 秋作硬質玉米新品系與對照種農藝性狀之平均值 (台中霧峰)。

Table 7. Comparison of mean values of agronomic traits of the new hybrids from yield trial at Wufeng District of Taichung City in the fall crop of 2015[z].

Cross	Days to tasseling (d)	Days to silking (d)	Plant height (m)	Ear height (m)	Kernel weight (kg ha^{-1})	Kernel percent (%)	Ear length (m)	Ear diameter (mm)	Row number (no.)	Rust (1–5)
1M10 × Hi31	55	57	2.28	0.98	8,356	87.6	1.78	49	15.3	1
1M15 × Hi31	55	57	2.26	1.02	8,311	86.6	1.76	48	14.6	1
‘Mingfeng 3’	59	62	2.03	0.99	8,304	87.5	1.64	48	14.0	1
‘Mingfeng 103’	57	58	2.29	0.97	8,596	84.4	1.84	50	15.6	1
‘Tainan 24’	54	55	2.34	0.93	7,368	84.2	1.87	47	13.0	1
‘Tainung 1’	54	54	2.20	0.99	6,160	85.4	1.77	47	14.0	3
$LSD_{0.05}$	2	2	0.27	0.20	1,025	2.2	0.15	2	2.0	1

[z] Planting date: 09/15/2015; harvest date: 01/25/2016.

地區田間銹病發生等級，除對照種「台農 1 號」為 3 級外，其餘 1M10 × Hi31、1M15 × Hi31、「明豐 3 號」、「明豐 103 號」與「台南 24 號」均為 1 級 (無病斑)。

「台農 7 號」採種親本花期配合度及採種量調查

親本花期配合度調查：2015 年秋作，於農試所 48 號田進行試驗，9 月 15 日播種，父本 Hi31 於 11 月 10 日雄穗開始開花；母本 1M10 於 11 月 12 日吐絲，父本花期長有 10 d，授粉配合良好。2016 年秋作，於農試所 20 號田進行試驗，8 月 9 日播種，父本 Hi31 於 10 月 3 日雄穗開始開花；母本 1M10 於 10 月 4 日吐絲，父本雄穗開花期長 9 d，授粉配合良好。

「台農 7 號」採種量試驗：2016 年秋作，於農試所 20 號田進行試驗，9 月 21 日播種，父本 Hi31 於 11 月 21 日，母本 1M10 於 11 月 26 日吐絲，每分地可採收種子 150 kg。2016 年秋作，於農試所 20 號田進行試驗，10 月 13 日播種，父本 Hi31 於 12 月 29 日雄穗開始開花，母本 1M10 於 2017 年 1 月 4 日吐絲，每分地可採收種子 200 kg。

玉米抗南方型銹病田間自然發病等級與人工接種抗病檢定：2014 年春作至 2016 年秋作新品系比較試驗，調查田間銹病自然發病情形顯示新品種「台農 7 號」無病斑發生，均為 1 級，呈現極抗；而「台農 1 號」除 2014 年秋作田間無銹病發生外，其餘 3 年為 3 或 4 級，呈現感病現象 (表 8)。2017 春作於溫室進行玉米抗南方型銹病抗病性人工接種檢定，結果顯示「台農 7 號」為極抗，而「台農 1 號」為極感 (表 9)。

「台農 7 號」籽粒營養成分分析：「台農 7 號」以乾籽粒進行分析，水分占 11.91%，其餘成分則以乾物質為基準進行分析，顯示粗蛋白為 7.68%，粗脂肪為 4.52%，灰分為 1.45%，總可消化性纖維為 14.06%，無氮碳水化合物為 72.29%，總澱粉含量為 68.27%。可知「台農 7 號」的營養成分之粗蛋白、灰分及可食用纖維量的百分比相較於「台農 1 號」低外，其餘粗脂肪、無氮碳水化合物及總澱粉含量均較「台農 1 號」來的高 (表 10)。

硬質玉米「台農 7 號」育種程序

本試驗之硬質玉米「台農 7 號」育種程序

表 8. 「台農 1 號」與「台農 7 號」田間銹病自然發病等級。

Table 8. Rankings of disease resistance to *Puccinia polysora* in the field.

Year	Variety: ‘Tainung 7’ (1M10 × Hi31)	‘Tainung 1’
2014 Spring	1[z]	4
2014 Fall	1	1
2015 Fall	1	3
2016 Fall	1	3

[z] 1: highly resistance (HR); 2: resistance (R); 3: moderate resistance (MR); 4: sensitive (S); 5: highly sensitive (HS).

表 9. 玉米「台農 7 號」與「台農 1 號」幼苗抗南方型銹病抗病性檢定結果。

Table 9. The results of disease resistance test of ‘Tainung 7’ and ‘Tainung 1’ against *Puccinia polysora*.

	Percentage of lesion area (%)					LSD[z]	
Variety	I	II	III	IV	Average[y]	5%	1%
‘Tainung 7’	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 (HR)	a	A
‘Tainung 1’	80.0	76.3	78.8	75.0	77.5 (HS)	b	B

[z] LSD (least significant difference) test.
[y] HR: highly resistance; HS: highly sensitive.

表 10. 硬質玉米全穀之一般成分及總澱粉含量。

Table 10. The compositions and total starch contents of whole corn grain in ‘Tainung 7’ and ‘Tainung 1’.

					Dietary fiber (%)				
Variety	Moisture content (%)	Crude protein (%)	Crude Fat (%)	Ash (%)	Insoluble dietary fiber (IDF)	Soluble dietary fiber (SDF)	Total soluble dietary fiber (TDF)	N-free carbohydrate[z] (%)	Total Starch[y] (%)
‘Tainung 7’	11.91 ± 0.03	7.68 ± 1.18	4.52 ± 0.16	1.45 ± 0.02	12.22	1.84	14.06	72.29	68.27 ± 0.81
‘Tainung 1’	7.55 ± 0.18	8.75 ± 0.51	4.16 ± 0.06	1.52 ± 0.01	16.59	3.15	19.74	65.83	62.37 ± 2.30

[z] N-free carbohydrate (%) = 100 − (Crude protein + Crude fat + Ash + Total dietary fiber).
[y] Total starch was determined by American Association of Cereal Chemists (AACC Method 76-13).

如下：2009 年春作種原收集；2009 年秋作至 2011 年秋作連續 5 代自交培育自交系；2012 年春作繁殖親本自交系及生產測交種；2012 年秋作測交種組合力檢定；2013 年春作至 2015 年秋作新品系產量比較試驗；2015 年秋作親本花期配合度調查；2016 年秋作「台農 7 號」採種試驗；2014 年春作至 2016 年秋作田間銹病自然發病等級調查；2017 年春作 (5 月 8 日、6 月 2 日接種) 玉米抗銹病人工接種檢定；2017 年春作委託台大農化系賴喜美教授分析「台農 7 號」籽粒成分；2017 年 5 月 8 日農試所研管會通過新品系 1M10 × Hi31 命名為硬質玉米「台農 7 號」。

討論

近年由中南半島泰國及中國大陸廣西省等地區引進熱帶型與亞熱帶型種原，利用其豐富的遺傳變異性和特殊的抗非生物性逆境、抗病蟲害特性，且遺傳差異大等因素，來擴大台灣硬質玉米種質之遺傳基礎、適應性和增加抗病性。Shieh & Chen (2017) 以 4 個溫帶型及 5 個熱帶型自交系，與新引入中國大陸廣西省之 2 個玉米種原為材料，探討籽粒產量方面是否存在較高之雜種優勢。試驗結果發現，溫帶型馬齒種與熱帶型硬粒種不同型間具明顯的雜種優勢，就籽粒產量雜種優勢表現結果，顯示 Hi31 × GX1F、Hi31 × GX1M、UH13 × GX1F 等 3 個組合屬溫帶型馬齒種與熱帶型硬粒種不同粒型間之雜種優勢群，可為飼料用玉米籽粒產量育種應用材料。

利用 Hi31 與 GX1M 種原間存在最高籽粒產量之雜種優勢表現，乃將 GX1M 種原進行自交 5 代培育自交系，然後將選留自交系再與 Hi31 進行雜交種生產、組合力評估及新品系產量比較試驗。25 個雜交種組合力評估，顯示 25 個新的雜交組合其產量的表現明顯高於對照種「台農 1 號」，最高產的 5 個新雜交組合其籽粒乾重表現在 7.7–9.5 kg 9.6 m^{-2} 之間，其籽粒乾重較「台農 1 號」增產率介於 75–115%。同時，其脫粒率、穗徑、百粒重都比對照種「台農 1 號」高。

在 2013 年春作選取籽粒最高產的 4 個新雜交組合，加上對照種「台農 1 號」及「台南 24

號」於雲林崙背進行新品系產量比較試驗，顯示 4 個新雜交組合其籽粒產量介於 5,762–8,273 kg ha^{-1}，其中 1M10 × Hi31 (8,273 kg ha^{-1}) 與 1M15 × Hi31 (8,111 kg ha^{-1}) 較對照種「台農 1 號」(6,981 kg ha^{-1}) 增產率分別為 18.5% 及 16.1%；且亦較對照種「台南 24 號」(6,418 kg ha^{-1}) 增產率分別為 28.9% 及 26.3%。而 2013 年秋作選取 1M10 × Hi31 及 1M15 × Hi31 與「台南 24 號」、「台農 1 號」於雲林崙背試區進行新品系產量比較試驗，2 個新雜交組合之籽粒產量分別為 5,627 與 5,734 kg ha^{-1}，與對照種「台農 1 號」(5,507 kg ha^{-1})、「台南 24 號」(5,867 kg ha^{-1}) 無明顯差異 (表 4)。主要因 2013 年 8 月 13 日播種，苗期 (5–6 葉齡) 生長時期遇連續 10 d 下雨造成田間積水，影響苗期生長，致整個植株生物產量減少，無法發揮中早熟品種特性。

2014 年秋作選取 1M10 × Hi31 及 1M15 × Hi31，與「台南 24 號」、「台農 1 號」等於嘉義朴子市試區進行新品系產量比較試驗，顯示 1M10 × Hi31 (8,508 kg ha^{-1}) 與 1M15 × Hi31 (8,062 kg ha^{-1}) 其籽粒產量較對照種「台農 1 號」(6,555 kg ha^{-1}) 高產，分別較「台農 1 號」增產 29.7% 及 22.9%。2014 年秋作選 1M10 × Hi31 及 1M15 × Hi31，與對照種「明豐 3 號」、「明豐 103」、「台南 24 號」、「台農 1 號」等 4 個於台中霧峰區進行新品系產量比較試驗，籽粒產量 1M10 × Hi31 (10,625 kg ha^{-1}) 與 1M15 × Hi31 (10,420 kg ha^{-1}) 較對照種「台農 1 號」(8,959 kg ha^{-1}) 高產，分別較對照種增產 18.5% 及 16.3%，同時較對照種「台南 24 號」及「明豐 103 號」高產，但與「明豐 3 號」無明顯差異。

2015 秋作霧峰試區，籽粒產量的表現 1M10 × Hi31 (8,356 kg ha^{-1})、1M15 × Hi31 (8,331 kg ha^{-1})，與對照種「明豐 3 號」(8,304 kg ha^{-1})、「明豐 103 號」(8,595 kg ha^{-1}) 間無明顯差異；但較對照種「台農 1 號」(6,160 kg ha^{-1}) 高產，分別增產 35.6% 及 35.2%；同時較對照種「台南 24 號」分別高產 13.4% 與 13.0%。

硬質玉米在台灣呈現異粒型間的組合 (馬齒種 × 硬粒種)，兼具有馬齒種與硬粒種的優點，如營養生長旺盛，葉片、株高及稈莖均大等特性 (Shieh & Thseng 1993)。新品系 1M10 × Hi31 與 1M15 × Hi31 共進行 4 次的新品系產量比較試驗，其中 3 次其籽粒產量明顯較對照種「台農 1 號」高產，1 次與對照種「台農 1 號」無明顯差異。顯示「台農 7 號」(1M10 × Hi31) 新品系有馬齒種與硬粒種之雜種優勢，具有中早熟、抗銹病與豐產特性。

「台農 7 號」品種特性

「台農 7 號」品種之形態特性為莖部及葉鞘綠色，莖基部為紅色，葉片深綠，葉片數約 16 片，花藥黃色，穎色及花絲紅色，果穗之苞葉包裹完全。果穗成熟期間，植株上半部葉片尚綠色時，籽粒及苞葉已快速脫水，機械採收時籽粒不易破損，適合機械採收。每株穗數 1–2 枚，籽粒行數 14–16 行，籽粒呈馬齒型橘黃色，對南方型銹病具抗性。

引用文獻

American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. 10th ed. American Association of Cereal Chemists. Saint Paul, MN. 1200 pp.

Chen, Y. H., L. M. Wang, and J. R. Dai. 2000. Potential of germplasm improvement using tropical, subtropical inbred lines for Chinese temperate germplasms of maize. J. China Agric. Univ. 5:50–57. (in Chinese with English abstract)

Hallauer, A. R. and D. Malithano. 1976. Evaluation of maize varieties for their potential as breeding populations. Euphytica 25:117–127.

Hu, X. A., F. L. Wu, L. M. Wei, and B. Zhao. 1999. Research and utilization for tropical and subtropical corn germplasms. J. Abroad Agric. Grains Crop 19:5–10. (in Chinese with English abstract)

Li, X. H., S. Z. Xu, and J. S. Li. 2001. Combining ability of ten tropical and subtropical maize populations. J. Maize Sci. 9(1):1–5. (in Chinese with English abstract)

Peterson, R. F., A. B. Campbell, and A. E. Hannah. 1948. A diagrammatic scale for estimating rust intensity on leaves and stems of cereals. Can. J. Res. 26:496–500.

Shieh, G. J. and F. S. Thseng. 1993. Effects of crop seasons on combining ability performance of grain yield and agronomic traits with respect to combinations between different kernel type in maize. J.

Agric. Res. China 42:356–369. (in Chinese with English abstract).

Shieh, G. J. and Y. R. Chen. 2017. Studies on heterotic patterns of horneous endosperm corn in Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 66:15–25. (in Chinese with English abstract).

Wellhausen, E. J. 1978. Recent developments in maize breeding in the tropics. p.59–84. *in*: Maize Breeding and Genetics. (Walden, D. B., ed). Wiley. New York. 794 pp.

Development of New Horneous Maize Hybrid 'Tainung 7'

Guang-Jauh Shieh[1,*]

Abstract

Shieh, G. J. 2019. Development of new horneous maize hybrid 'Tainung 7'. J. Taiwan Agric. Res. 68(2):177–188.

In the new maize germplasm heterotic group assessment trial, it has been known that Hi31 and GX1M varieties had the best kernel yield in the heterotic group from the field experiment. As a result, five generations of self-crossing from the GX1M variety were conducted to breeding inbred lines, which were then crossed with Hi31 to produce hybrids for the combination assessment and yield trials. Results from 25 hybrids combination assessment trials showed that yields of all 25 hybrids were significantly higher than control variety 'Tainung 1'. The dry kernel yields of the top five highest new combinations were between 7.7–9.5 kg 9.6 m^{-2}, from 75% to 115% higher than 'Tainung 1'. From yield trials of the five new maize varieties, the dry grain yield of 1M10 × Hi31 was four times higher than the control variety 'Tainung 1'. The 'Tainung 7' (1M10 × Hi31) new hybrid had high grain yield potential up to 8 Mg ha^{-1} with *Puccinia polysora* rust resistance and early maturity. The morphology of 'Tainung 7' is described as follows: the colors of stem and leaf sheath are green, the color of leaf blade is dark green, the anther is yellow, the spikelets are light red and silk are red. The number of leaves per plant is 16, number of ears per plant is 1–2, and number of kernel rows per ear is 14–16. The color of kernel is orange. The husk covers the ear completely and the decreasing rate of kennel water content is fast in the maturity stage.

Key words: Horneous, Tropical, Temperate, Combining ability.

Received: October 15, 2018; Accepted: January 21, 2019.
* Corresponding author, e-mail: x486045@tari.gov.tw
1 Research Fellow, Crop Science Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

台灣農業研究 (J. Taiwan Agric. Res.) 68(2):189–194 (2019)
DOI:10.6156/JTAR.201906_68(2).0008 研究簡報

應用旋風分離法分離粉斑螟蛾 [*Cadra cautella* (Walker)] 卵粒與沾附鱗粉

許北辰[1] 余志儒[2] 董耀仁[1] 林鳳琪[2] 江明耀[1,*]

摘要

許北辰、余志儒、董耀仁、林鳳琪、江明耀。2019。應用旋風分離法分離粉斑螟蛾 [*Cadra cautella* (Walker)] 卵粒與沾附鱗粉。台灣農業研究 68(2):189–194。

粉斑螟蛾 [*Cadra cautella* (Walker)] 卵粒常被應用作為生物天敵的代用食餌，但其卵粒上所沾附的鱗粉可能干擾到應用時操作，故研發分離蛾卵與鱗粉之技術有利於生物天敵應用推廣。傳統過篩法將卵粒與沾附鱗粉分離，但過篩後卵粒上殘留的鱗粉仍多，且器械本身體積龐大。本研究研發旋風分離法，分離粉斑螟蛾卵粒上沾附鱗粉。旋風分離法處理之卵粒，每粒卵殘留 0.1 片鱗片，卵粒遺失率為 0.3% ± 0.3%，與過篩法處理組 (4.7 片 ± 0.2 片；10.5% ± 1.0%) 有顯著差異，惟兩者處理之卵破損率及卵孵化率皆無顯著差異。旋風分離法對粉斑螟蛾卵粒所沾附之鱗粉分離效果優異，卵遺失率低，未對卵粒造成破損，且器械簡便，亟具有自動化應用潛力。

關鍵詞：旋風分離、粉斑螟蛾、卵粒、鱗粉。

前言

粉斑螟蛾 [*Cadra cautella* (Walker)]，英文俗名 almond moth，屬鱗翅目 (Lepidoptera) 螟蛾科 (Pyralidae)，為積穀害蟲 (Gautam & Tesfaye 2002; Yao 2004)。粉斑螟蛾與外米綴蛾 [*Corcyra cephalonica* (Stainton), rice moth] 的卵粒，皆為重要的生物天敵如草蛉 *Mallada* spp. 或 *Chrysoperla* spp. 之替代食餌來源 (Gautam & Tesfaye 2002; Halder & Rai 2016; Ye *et al*. 2017)。雖然基徵草蛉 [*Mallada basalis* (Walker)] 及小黑花椿象 [*Orius strigicollis* (Poppius)] 的人工飼料技術已成熟發展，但前述蛾卵仍為其重要的天然替代食餌 (Ma *et al*. 1986; Lee 1994, 2003; Lu *et al*. 2011)。

粉斑螟蛾可於室內大量飼養 (Wu 2002; Wang *et al*. 2009)，外米綴蛾於台灣糖業公司亦有大規模飼養紀錄 (Su 1972)。兩種米蛾成蛾體表及翅膀上鱗粉皆容易脫落飛散，造成多數操作者眼睛紅癢或皮膚刺癢等嚴重過敏反應 (Puneeth & Vijayan 2013)。粉斑螟蛾及外米綴蛾的大量飼育方式，其成蟲階段均於筒狀或是漏斗構造的容器中，以避免成蛾飛竄及鱗粉飄散，自飼養籠底部收集參雜鱗粉的蛾卵後，再以篩網將鱗粉分離而得到較潔淨的卵 (Manjunath 2014)。未經過篩的卵粒，每千粒卵伴隨約 1–10 mg 的鱗粉 (本研究團隊之未發表資料)，傳統過篩方式容易造成鱗粉大量飄散於周遭環境，操作人員需著護目鏡、口罩、袖套等，以降低氣管及皮膚過敏。密閉過篩應用於大量生產時，亦將面臨設備的重量以及體積龐大不易操作等問題 (Jaronski & Jackson 2012; Jaronski 2014)。綜上所述，有必要發展一可將鱗粉限制於密閉空間之快速分離器具。

旋風分離器 (cyclone separator，或稱氣流

投稿日期：2018 年 10 月 22 日；接受日期：2018 年 12 月 17 日。
* 通訊作者：mingyaw@tari.gov.tw
[1] 農委會農業試驗所應用動物組助理研究員。台灣 台中市。
[2] 農委會農業試驗所應用動物組副研究員。台灣 台中市。

分級機或離心分級機)，為一種利用氣流使內部粒子迴旋於圓柱 (cylinder) 或圓錐 (cone) 形結構中的裝置，較大或密度較高的顆粒產生較大的運動慣性 (inertia) 而沉降，較輕者受之氣旋 (vortex) 懸浮而帶出結構，而達到粒子分級的目的 (Taiwo *et al*. 2016; Godase & Mali 2017)。旋風分離法在工業上應用於噴霧乾燥，以及粉塵回收分離等；生物試驗上有使用於收集蟲生真菌如白僵菌 (*Beauveria* sp.) 之分生孢子 (conidia) (Jaronski 2014)，為較類似於本研究之用途。而旋風分離原理於日常生活中最廣為應用的實例，便是近年取代傳統濾袋式集塵器 (bag dust collector) 的無袋式吸塵器 (bagless vacuum cleaners，或稱旋風式集塵器 cyclone dust collector)。

本研究提出一種以旋風分離原理所製作的分離器，使卵直接落入分離器中，避免鱗粉於收集卵的過程中飄散。此法利於米蛾之自動化飼養、蛾卵收集、蛾卵產品商品化包裝，以及發展以此蛾卵為替代食餌 (Wu 2002; Lee 2003; Wang *et al*. 2009; Lu *et al*. 2011) 的昆蟲天敵產業。

材料與方法

旋風分離器 (圖 1) 分為 A、B 兩部分。分離器 A 為一直徑 3 cm × 高 11 cm，容量 50 mL 之圓筒狀容器，上下各有 45 度角之圓錐面，圓錐面下側開以一進氣口並以渦輪風扇 (worm gear fan，又名蝸牛扇) 鼓風，頂部具直徑 1 cm 出氣孔，並以軟管連接至分離器 B 上側之進氣口。分離器 B 為直徑 10 cm × 高 30 cm，容量 2,000 mL 之圓筒容器，於上部開一直徑 2 cm 內設有空氣過濾網之出氣口。

粉斑螟蛾飼育過程修改自 Wu (2002) 與 Wang (2009) 的方法，幼蟲提供糙米與麩皮的混合物作為食物，成蟲以 20% 蜂蜜水餵養，待成蟲產卵後，收集卵粒供試驗使用。由於沾染大量鱗粉的卵粒，難以計算數量及進行後續觀察試驗。因此，本研究由上述飼養方法中取當日產之蛾卵經 30 目篩網過篩後，取 200 粒卵，分成 2 組，各 100 粒，並各與 10 mg 的鱗粉混和，模擬過篩前伴隨大量鱗粉的卵粒 (圖 2)，進行旋風分離法、過篩法效果試驗。

旋風分離法，首先取一組與鱗粉混合之卵，置於分離器 A 內，並注入 30 L min^{-1} 的空氣，使卵粒與鱗粉混合物隨氣流旋起，鱗粉隨氣流上升並穿越連通道，由分離器 B 上方進入並沉降於底部。而卵粒於旋風停止後，即滯留於分離器 A 底部。過篩法為對照組，以 30 目篩網將鱗粉篩去。實體顯微鏡鏡檢兩組處理方

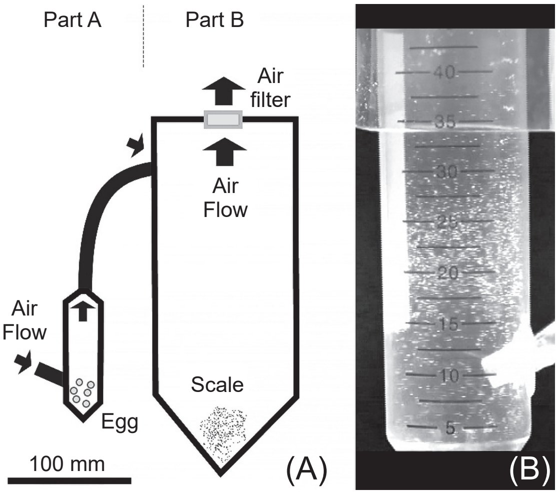

圖 1.　旋風分離器構造圖 (A) 及分離器中進行鱗粉分離的粉斑螟蛾卵 (B)。

Fig. 1.　Schematic and image of the cyclonic separator (A) and the eggs of *Cadra cautella* proceeding scale separation (B).

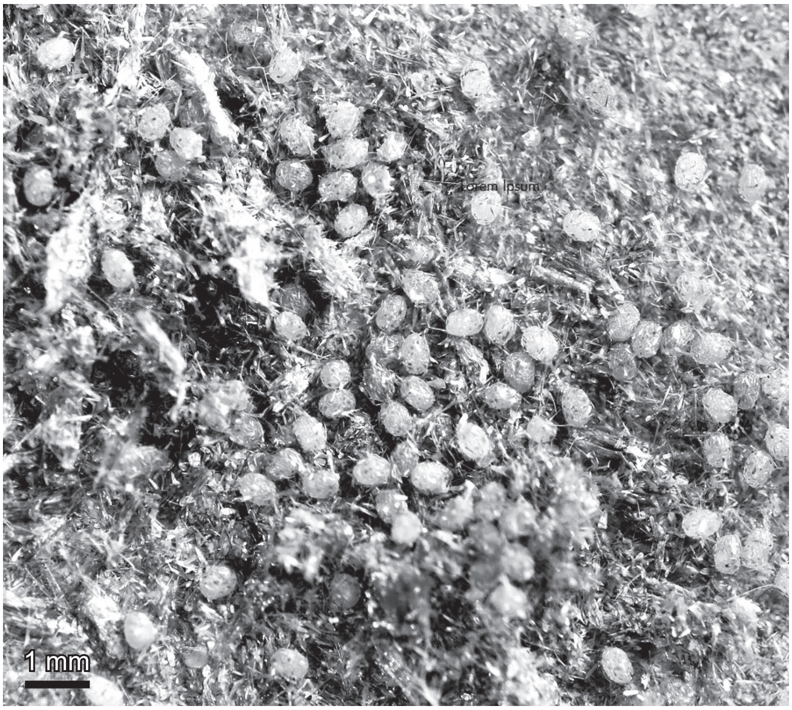

圖 2. 100 粒粉斑螟蛾卵搭配 10 mg 的鱗粉，模擬未經過篩之卵粒。

Fig. 2. One hundred eggs of *Cadra cautella* and 10 mg of scale were used to simulate the unsifted eggs.

法後減損的卵粒數量、破損卵粒，分別除以原卵粒數即得卵遺失率、破損率。每組試驗任取 50 粒卵 (n = 50)，計算卵上殘留鱗粉數量，再經 4 d 觀察孵化後的卵粒空殼即可推估卵孵化率 (表 1)。試驗處理進行 4 重複。

試驗數據資料以 SPSS Statistics 22 軟體進行統計分析，先以 Levene's 變異數同質性檢定，若變異數相等，則以假設變異數相等之獨立樣本 t 檢定 (independent samples t-test) 比較旋風分離、過篩兩種處理間的平均值差異。

結果與討論

粉斑螟蛾卵粒經旋風處理後，每個卵粒上沾附 0.1 片鱗片，而過篩組為 4.7 片 ± 0.2 片鱗片，兩種處理間具顯著差異 (t = 25.27, df = 6, P < 0.001; 表 1)；卵粒於旋風分離器中的遺失率僅為 0.3%，低於過篩處理的 10.5%，兩種處理間有顯著差異 (t = 9.576, df = 6, P < 0.001; 表 1)；卵粒經旋風處理後無破損發生，孵化率良好，與過篩法處理組間無顯著差異 (t = 9.26, df = 6, P = 0.390; 表 1)。卵粒上的鱗

表 1. 粉斑螟蛾卵粒經旋風去除鱗粉後之影響及鱗粉殘留量。

Table 1. Egg and adhesive scale of *Cadra cautella* after cyclonic separation.

Item	Cyclonic separation (Mean ± SEM^{z})	Sieving process (Mean ± SEM)
Residual scale (per moth egg)	0.1 ± 0.0	4.7 ± 0.2^{**y}
Lost eggs (%)	0.3 ± 0.3	10.5 ± 1.0**
Broken eggs	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Hatch (%)	95.5 ± 0.5	96.5 ± 1.0

^{z} SEM: Standard error of the mean.

^{y} $^{**}P < 0.01$.

粉經旋風處理後幾乎完全去除乾淨，顯示此旋風處理對於卵粒上鱗粉的去除效果良好 (圖 3)。

一般情況下，商用旋風分離器之進氣孔常設置於設備頂部，但如此將使卵粒隨沾附鱗粉沉降而失去分離意義。本設計之起始進氣孔設置於下方錐面以產生氣旋吹散卵粒與鱗粉之混合物，來達到分離效果。本研究所提出之旋風鱗粉分離法，可在短時間內將鱗粉自粉斑螟蛾卵粒上高效率的分離並集中去除，並可與成蛾飼養籠的卵收集器相結合，以達到全程密閉集卵的效果，除優化蛾卵採集程序，亦有極大潛力應用於如另一廣泛應用的赤眼卵寄生蜂之代用寄主外米綴蛾。後續自動化器具的設計，則為未來發展之主要目標。

誌謝

本試驗承本組益蟲研究室助理張敏專小姐及王俞良小姐協助執行，謹此致謝。

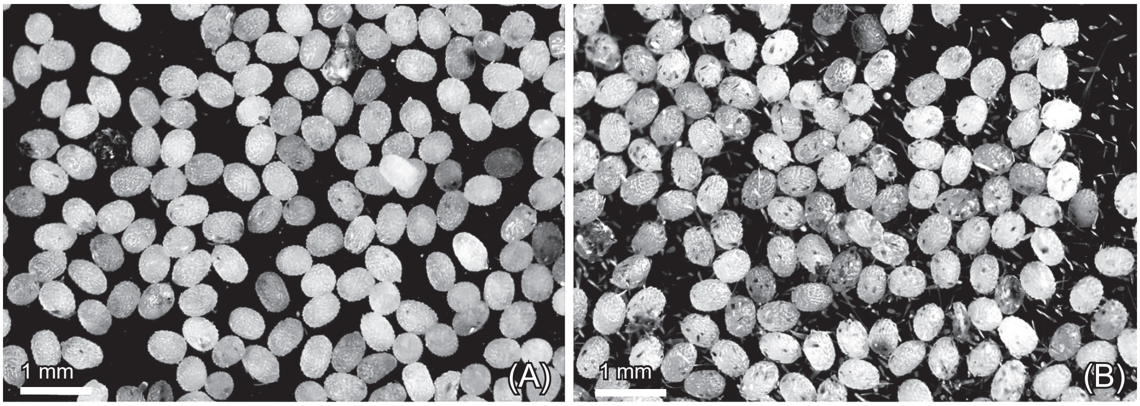

圖 3. 旋風分離法 (A) 及過篩處理法 (B) 的粉斑螟蛾卵。

Fig. 3. The eggs of *Cadra cautella* with scales by proceeding cyclonic separation (A) and sieving process (B).

引用文獻

Gautam, R. D. and A. Tesfaye. 2002. Potential of green lacewing, *Chrysoperla carnea* (Stephens) in crop pest management. New Agric. 13:147–158.

Godase, M. M. and M. S. Mali. 2017. A review paper on design, development and experimental analysis of perticuler matter separator. Intl. J. Sci. Eng. Res. 8:167–169.

Halder, J. and A. B. Rai. 2016. Suitability of different prey aphids on the growth, development and reproduction of *Chrysoperla zastrowi sillemi* (Esben-Petersen) (Chrysopidae: Neuroptera). Proc. Zool. Soc. 69:89–95.

Jaronski, S. T. and M. A. Jackson. 2012. Mass production of entomopathogenic Hypocreales. p.255–284. *in*: Manual of Techniques in Invertebrate Pathology. 2nd ed. (Lacey, L. A., ed.) Academic Press, San Diego, CA. 504 pp.

Jaronski, S. T. 2014. Mass production of entomopathogenic fungi: State of the art. p.357–413. *in*: Mass Production of Beneficial Organisms. (Morales-Ramos, J. A., M. G. Rojas, and D. I. Shapiro-Ilan, eds.) Academic Press. San Diego, CA. 764 pp.

Lee, W. T. 1994. Technical development of microencapsulated artificial diets for *Mallada basalis* Walker. Chinese J. Entomol. 14:47–52. (in Chinese with English abstract)

Lee, W. T. 2003. Successive group-rearing of *Mallada basalis* with microcapsulated artificial diet and cost analysis. Plant Prot. Bull. 45:45–52. (in Chinese with English abstract)

Lu, C. T., Y. C. Chiu, M. Y. Hsu, C. L. Wang, and F. C. Lin. 2011. Using cysts of brine shrimp, *Artemia franciscana*, as an alternative source of food for *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). J. Taiwan Agric. Res. 60:300–308. (in Chinese with English abstract)

Ma, A. N., X. D. Zhang, and J. Z. Zhao. 1986. A machine for making encapsulated diet for rearing *Chrysopa* spp. Chinese J. Biol. Control 2:145–147. (in Chinese with English abstract)

Manjunath, T. M. 2014. A semi-automatic device for mass production of the rice moth, *Corcyra cephalonica* (Stainton) (Lep., Pyralidae), and evaluation of several biological and economic parameters to develop a package of practice for its commercial production. J. Biol. Control 28:93–108.

Puneeth, P. and V. A. Vijayan. 2013. Biocontrol efficacy and viability of *Trichogramma chilonis* on *Corcyra cephalonica* and *Spodoptera litura* under laboratory conditions. Intl. J. Res. Biol. Sci. 3:76–79.

Su, T. H. 1972. Artificial diets for rearing *Brachmia modicella* Christoph. Rep. Taiwan Sugar Exp. Stat. 57:75–80. (in Chinese with English abstract)

Taiwo, M. I., A. N. Mohammed, and B. M. James. 2016. Design and analysis of cyclone dust separator. Amer. J. Eng. Res. 5:130–134.

Wang, W. L., C. C. Hung, S. S. Kao, and S. C. Wang. 2009. Development and fecundity of the almond moth, *Cadra cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae), reared on different diets. Formosan Entomol. 29:251–262. (in Chinese with English abstract)

Wu, T. K. 2002. The amount of diet suitable for rearing rice moth, *Corcyra cephalonica* Stainton. J. Taiwan Agric. Res. 51:39–44. (in Chinese with English abstract)

Yao, M. C. 2004. Introduction of important grain pests quarantine and control. p.63–95. *in*: Proceedings of Workshop on Identification and Diagnosis of Important Insect Pest (4). October 11, 2004. Taipei, Taiwan. Council of Agriculture, Executive Yuan, Taipei. (in Chinese)

Ye, J., J. Li, Z. Li, and S. Han. 2017. Rearing of *Mallada basalis* (Neuroptera: Chrysopidae) on modified artificial diets. PLoS One 12:e0185223.

Separation of Almond Moth [*Cadra cautella* (Walker)] Eggs and Residual Scales Using Cyclonic Separation

Bei-Chen Hsiu[1], Jih-Zu Yu[2], Yew-Jen Dong[1], Feng-Chyi Lin[2], and Ming-Yao Chiang[1,*]

Abstract

Hsiu, B. C., J. Z. Yu, Y. J. Dong, F. C. Lin, and M. Y. Chiang. 2019. Separation of almond moth [*Cadra cautella* (Walker)] eggs and residual scales using cyclonic separation. J. Taiwan Agric. Res. 68(2):189–194.

Almond moth [*Cadra cautella* (Walker)] eggs are a critical type of factitious prey for beneficial insect enemy species. However, the residual adhesive scales on the eggs create commercial inconveniences. In previous attempts to solve these problems, conventional sieving device could not completely detach the scales from the moth eggs, and increased equipment size. This study used conventional sieving device and cyclonic separation to detach almond moth eggs from the adhesive scales. There were no significant differences were observed for the broken eggs and the hatch rate between the two separation methods. However, the residual scale per moth egg and egg lost rate differed significantly from cyclonic separation method and conventional sieving device (0.1 piece ± 0.0 piece vs. 4.7 piece ± 0.2 piece; 0.3% ± 0.3% vs. 10.5% ± 1.0%). This cyclonic separation method using a simple device is efficient for egg-scale detachment and thus has potential for use in almond moth rearing.

Key words: Cyclonic separation, Almond moth [*Cadra cautella* (Walker)], Egg, Scale.

Received: October 22, 2018; Accepted: December 17, 2018.
* Corresponding author, e-mail: mingyaw@tari.gov.tw
1 Assistant Research Fellows, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.
2 Associate Research Fellows, Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

Editorial Board

Editor-in-Chief

Yang, Chwen-Ming
Division of Crop Science, Taiwan Agricultural Research Institute

Editors

Ann, Pao-Jen
Division of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute
Chang, Ruey-Jang
Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute
Chang, Yung-Ho
Department of Food and Nutrition, Providence University
Chen, Chien-Chung
Division of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute
Chen, Chiling
Division of Agricultural Chemistry, Taiwan Agricultural Research Institute
Chen, Chung-Li
Department of Agronomy, National Chung Hsing University
Chen, Iou-Zen
Department of Horticulture and Landscape Architecture, National Taiwan University
Chen, Suming
Department of Bio-Industrial Mechatronics Engineering, National Taiwan University
Chen, Yu-Hui
Department of Agricultural Economics, National Taiwan University
Chien, Li-Hsien
Department of Applied Economics, National Chung Hsing University
Chung, Wen-Hsin
Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University
Do, Yi-Yin
Department of Horticulture and Landscape Architecture, National Taiwan University
Hou, Feng-Nan
Department of Entomology, National Chung Hsing University
Huang, Chao-Chia
Division of Crop Science, Taiwan Agricultural Research Institute
Huang, Jenn-Wen
Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University
Huang, Pung-Ling
Department of Horticulture and Landscape Architecture, National Taiwan University
Huang, Yuh-Ming
Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University
Juang, Kai-Wei
Department of Agronomy, National Chiayi University
Kao, Ching-Huei
Department of Agronomy, National Taiwan University
Ko, Chiun-Cheng
Department & Graduate Institute of Entomology, National Taiwan University
Ku, Hsin-Mei
Department of Agronomy, National Chung Hsing University
Kuo, Bau-Jeng
Department of Agronomy, National Chung Hsing University
Lin, Huey-Ling
Department of Horticulture, National Chung Hsing University
Lin, Yann-Rong
Department of Agronomy, National Taiwan University
Liu, Li-Yu
Department of Agronomy, National Taiwan University
Lu, Hsiu-Ying
Miaoli District Agricultural Research and Extension Station
Lu, Kuang-Hui
Department of Entomology, National Chung Hsing University
Shen, Wei-Chiang
Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University
Tsay, Jyh-Rong
Taiwan Agricultural Research Institute
Tseng, Menq-Jiau
Department of Horticulture, National Chung Hsing University
Tzou, Yu-Min
Department of Soil and Environmental Sciences, National Chung Hsing University
Wang, Chan-Sen
Department of Agronomy, National Chung Hsing University
Wang, Shu-Jen
Department of Agronomy, National Taiwan University
Wu, Wen-Jer
Department & Graduate Institute of Entomology, National Taiwan University
Yang, Jeng-Tze
Department of Entomology, National Chung Hsing University
Yen, Gow-Chin
Department of Food Science and Biotechnology, National Chung Hsing University

Editorial Assistants

Wang, Li-Jung
Editorial Office of Journal of Taiwan Agricultural Research
Wang, Zi-Yu
Editorial Office of Journal of Taiwan Agricultural Research

Consultant to Editorial Office

Chan, Lit-Fu
Division of Technical Service, Taiwan Agricultural Research Institute
Wu, Yi-Yan
Division of Technical Service, Taiwan Agricultural Research Institute

JOURNAL OF TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH

Vol. 68 No. 2 June 30, 2019

Published by Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture

Publisher	Hsueh-Shih Lin
Editor-in-Chief	Chwen-Ming Yang
Address	No.189, Zhongzheng Rd., Wufeng Dist., Taichung City 41362, Taiwan, ROC
Website	http://www.tari.gov.tw; E-mail: jtar@tari.gov.tw; Tel: +886-4-2331-7236
Submission	http://www.ipress.tw/J0042
Press	Ainosco Press
Address	18F, No.80, Sec.1, Chenggong Rd., Yonghe Dist., New Taipei City 23452, Taiwan, ROC
Tel	+886-2-2926-6006
E-mail	press@airiti.com
Price	NT$ 175 (per copy)
Distributor	1. GB Books / 1F., No.209, Songjiang Rd., Taipei City 10485, Taiwan, ROC GB Website: http://www.govbooks.com.tw; Tel: +886-2-2518-0207 2. Wunan Books / No.6, Zhongshan Rd., Taichung City 40042, Taiwan, ROC Tel: +886-4-2226-0330